

Aus der Klinik für
Klauentierkrankheiten und Fortpflanzungskunde
Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**EINFLUSS DES TAGESLICHTES UND DER HALTUNG
IN DECKZENTREN AUF DIE FRUCHTBARKEIT
DES WEIBLICHEN ZUCHTSCHWEINES**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Karl-Heinz Lahrmann
Tierarzt aus Memmingen

Berlin 1985
Journal Nr. 1237



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Klinik für
Klauentierkrankheiten und Fortpflanzungskunde
Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

EINFLUSS DES TAGESLICHTES UND DER HALTUNG
IN DECKZENTREN AUF DIE FRUCHTBARKEIT
DES WEIBLICHEN ZUCHTSCHWEINES

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Karl-Heinz Lahrmann
Tierarzt aus Memmingen

Berlin 1985
Journal Nr. 1237

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Fachbereichssprecher : Prof. Dr. F. Hörchner
Referent: Prof. Dr. H. Plonait
Korreferent: Prof. Dr. D. Schneider

Tag der Promotion: 7. Juni 1985

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. EINLEITUNG	1
2. LITERATURÜBERSICHT	2
2.1 Physiologische Grundlagen der Lichtwirkung	2
2.2 Lichtspektrum	5
2.3 Lichtintensität	6
2.4 Visuelles Orientierungsvermögen der Schweine	8
2.5 Bedeutung des sichtbaren Lichtes als Zeitgeber für die biologischen Rhythmen	10
2.6 Einfluß der Lichtdauer auf morpho-histologische und physiologische Parameter beim Schwein	12
2.7 Einfluß der Lichtdauer auf wirtschaftlich bedeutende Reproduktionsmerkmale beim Schwein	16
2.8 Lichtwirkung auf Wachstum und Resistenz	19
2.9 Einfluß der Jahreszeit	20
2.9.1 ... auf die Fortpflanzung generell	20
2.9.2 ... auf physiologische Fruchtbarkeitsparameter beim Schwein	21
2.9.3 ... auf wirtschaftlich bedeutende Reproduktionsmerkmale beim Schwein	23
2.9.4 ... auf die Fruchtbarkeit beim weiblichen Schwein in extremen Klimazonen	26
2.9.5 ... auf die Fortpflanzungsaktivität beim Eber	27
2.10 Die Bedeutung der Umgebungstemperatur für die Fruchtbarkeit beim Schwein	28
2.11 Die Bedeutung der Haltungsförm für die Fruchtbarkeit beim Schwein	31
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	34
3.1 Material und Methoden	34
3.2 Herkunft der einzelnen Parameter	37
3.3 Messung der Lichtintensität	38
3.4 Statistische Methoden	40

4.	ERGEBNISSE	42
4.1	Tageslichtquotienten der einzelnen Deckzentren	42
4.2	Haltungs- und Lageunterschiede der Deckzentren	46
4.3	Häufigkeit der umrauschenden Sauen	47
4.4	Dauer der Absetz-Belegintervalle	53
4.5	Erstbedeckungsalter der Jungsauen	59
4.6	Wurfgröße der Altsauen	62
4.7	Wurfgröße der Jungsauen	66
4.8	Anteil der wegen Unfruchtbarkeit ausgefallenen Sauen	70
5.	DISKUSSION	73
5.1	Variabilität der Tageslichtquotienten infolge äußerer und innerer Umwelteinflüsse	73
5.2	Einfluß der Beleuchtungsstärke	75
5.2.1	... auf die Umrauschquote	75
5.2.2	... auf die Dauer der Absetz-Belegintervalle	76
5.2.3	... auf das Erstbedeckungsalter der Jungsauen	77
5.2.4	... auf die Wurfgröße bei Alt- und Jungsauen	78
5.2.5	... auf Ausfälle wegen Unfruchtbarkeit	79
5.2.6	Betriebseffekte als Fehlerquelle	79
5.3	Saisonale Schwankungen der Fruchtbarkeitsparameter	80
5.3.1	Die Tageslichtlänge als Ursache saisonaler Schwankungen	82
5.3.2	Die Umgebungstemperatur als Ursache saisonaler Schwankungen	83
5.4	Die Bedeutung unterschiedlicher Haltungsverfahren für die Fruchtbarkeit beim weiblichen Schwein	88
6.	ZUSAMMENFASSUNG	90
7.	SUMMARY	92
8.	LITERATURVERZEICHNIS	94

1. EINLEITUNG

Züchterische Maßnahmen und Intensivierung der Produktionsmethoden haben in der modernen Schweinezucht zu erheblicher Leistungssteigerung geführt. Die Adaptationsfähigkeit der Schweine scheint jedoch begrenzt zu sein, da der wirtschaftliche Erfolg durch Gesundheitsprobleme, vor allem Fruchtbarkeitsstörungen, beeinträchtigt wird.

Am Beispiel saisonaler Fruchtbarkeitsschwankungen wird selbst beim vor langer Zeit domestizierten Hausschwein die Abhängigkeit von bestimmten Umweltfaktoren deutlich. Dem Licht wird bei der Steuerung dieses endogen geprägten Rhythmus eine Zeitgeberfunktion zugesprochen. Die Beeinflussung von Reproduktionsleistungen, Wachstum und Resistenz durch die natürlichen Tageslichtlängen und künstlich gesteuerte Beleuchtungsperioden unterstreichen die Bedeutung des Lichtes für physiologische Vorgänge.

Über den Einfluß der Lichtintensität in Stallgebäuden unter Naturlichtbedingungen liegen bislang keine gesicherten Erkenntnisse vor. Durch direkt meßbare und indirekte Intensitätsvergleiche sollte diese Frage im Rahmen einer Felduntersuchung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Haltungverfahren und Jahreszeiten geklärt werden.

Die bislang wenig dokumentierten Erfahrungen mit Deckzentren ließen es wünschenswert erscheinen, in diesem Zusammenhang auch die Bedeutung unterschiedlicher Haltungverfahren in Deckställen für die Fruchtbarkeit zu untersuchen.

Die vielschichtige Problematik von Fortpflanzungsstörungen in der modernen Schweinezucht und der Wunsch nach Leistungssteigerung unter züchterischen und wirtschaftlichen Aspekten erfordern optimale Umweltbedingungen für die Tiere. Diese Untersuchung könnte dazu beitragen, Grundlagen für die Verbesserung der Haltungsbedingungen in neuen oder schon bestehenden Betrieben zu erarbeiten.

2. LITERATURÜBERSICHT

2.1 Physiologische Grundlagen der Lichtwirkung

Die Sonne, unsere wichtigste Strahlenquelle, liefert 99,97 % der Energie, die für die physikalisch-chemischen Prozesse unserer Erdatmosphäre nötig sind. Ein Drittel der Sonnenenergie geht jedoch durch Reflexion an der Wolkenoberfläche verloren. Zweidrittel davon erreichen als sichtbares Licht die Erdoberfläche und entfalten mit anderen Umwelt- und Klimafaktoren ihre Wirkung auf die lebenden Organismen (FAUST, 1976).

Die Umsetzung des Lichtes als optischer Reiz in neurohormonale Reaktionen ist auch heute noch nicht in allen Einzelheiten geklärt. Eine direkte Wirkung auf das Endokrinium scheint jedoch ausgeschlossen. Die zentrale Bedeutung des Hypothalamus-Hypophysensystems, das seine Impulse hauptsächlich von spezifischen Lichtsinnesorganen, den photosensitiven Rezeptoren in der Netzhaut erhält, wird von den meisten Autoren hervorgehoben.

Neben der visuellen oder optischen Reizleitung besitzt der Fasciculus opticus noch eine vegetative Wurzel, das sind neurosekretorisch fähige Ganglienzellen im dritten Neuron der Netzhaut, die den Ausgangspunkt für die physiologische Lichtwirkung bilden. Die Erregungen erreichen über die retino-hypothalamische Bahn - von HOLLWICH (1948) als "energetischer Anteil der Sehbahn" bezeichnet - das Zwischenhirn (BECHER, 1955; MEHLHORN, 1977, 1978; DORN, 1981).

VAN TIENHOVEN und PLANCK (1973) vermuten, daß die Erregung über einen polysynaptischen Weg von der Retina zum Hypothalamus zustande kommt. Nach HOFFMANN (1973) verläuft der Hauptanteil der Sehbahn über das Chiasma opticum zu den seitlichen Kniehöckern (corp. geniculata lat.) dem Endpunkt des dritten Neurons der Sehbahn, die als primäres Sehzentrum bezeichnet werden. Nur wenige Fasern verlaufen zu dem im Mittelhirn gelegenen "akzessorischen optischen Trakt", der als wichtigster Teil für die Reproduktion angesehen wird. Eine Zerstörung dieses Teilgebietes führt zur Unterbrechung der Lichtwirkung und damit zum Einstellen von Reproduktionsleistungen.

Auf dem Wege vom Mittelhirn zum Hypothalamus liegt die von allen Autoren als wichtigste Schaltstelle bezeichnete Epiphyse (Pineal- oder Zirbeldrüse). Im Verlauf der Phylogenese hat sich die Epiphyse von einem sensorischen zu einem neuroendokrinen Organ entwickelt, in dem die Transformation der nervalen Lichtreize über die Synthese von Neurotransmittern, den Indolverbindungen Serotonin und Melatonin, erfolgt. Diese wirken als Antagonisten der hypothalamischen Releasingfaktoren im Dienste der Gegenregulation und können somit der Gleichgewichtseinstellung der Aktivität der Hypophysenvorderlappenhormone dienen. Sie unterstützen den gleichgerichteten Effekt von zentralnervösen Neurotransmittern (MEHLHORN, 1977, 1978). Die Indolverbindungen Serotonin und Melatonin werden bei Dunkelheit vermehrt gebildet und führen zu einer Hemmung der Gonadotropinausschüttung im Hypothalamus. In der Area praeoptica liegen die Rezeptoren für die Epiphysenwirkstoffe. Diese gelangen wahrscheinlich über den Liquor cerebrospinalis oder auf dem Blutweg zum Hypothalamus. KAPPERS (1969) will eine direkte Wirkung der Indole auf Sexualorgane festgestellt haben, was die Theorie des "Blutweges" bestätigen würde. Durch Melatonin soll die LH-Sekretion, durch Serotonin die FSH-Sekretion gehemmt werden. Injektionen von Serotonin und Melatonin in den dritten Gehirnventrikel bei Ratten führen zu einem signifikanten Abfall des Serum-LH-Spiegels (GRÜTZE et al., 1981, SCHNURRBUSCH et al., 1982).

MOSKOVSKA (1965) bekräftigt die Hemmwirkung des Serotonins auf die hypothalamischen Releasingfaktoren. Melatonin verhindert die hypothalamische Regulation der LH-Sekretion und -Abgabe aus der Hypophyse.

Eine nicht näher bezeichnete chromatographisch gewonnene "F3-Fraktion" der Epiphyse hemmt direkt die FSH-Ausschüttung in der Hypophyse. HACKER (1981) berichtet sogar über den Nachweis von GnRH und TRH in der Epiphyse. Eine Synthese oder Speicherung konnte jedoch dort nicht direkt nachgewiesen werden.

Der Hypothalamus nimmt nach ADAMS (1975) als neuroviszeraler Regler der Adaptation vegetativer Körperfunktionen eine zentrale Stellung ein. Die hypophyseotropen Neurohormone gelangen über das hypothalamisch-hypophysäre Pfortadersystem zur Hypophyse.

Das Regelzentrum im Hypothalamus liegt relativ hypophysennah und besteht aus zwei Untereinheiten. Man unterscheidet ein caudales Sexualzentrum und ein rostrales oder zyklisches Sexualzentrum. Das erste ist verantwortlich für die kontinuierliche Gonadotropinsekretion des Hypophysenvorderlappens über Gonadotropin-releasing und -inhibiting Hormone und besteht aus den Kerngebieten N. infundibularis, N. praemammillaris, N. ventromedialis hypothalami und der Eminentia mediana. Für die Hodenfunktion beim männlichen Tier reicht die basale Sekretion dieses Sexualzentrums aus. Für die zyklische Ovarialfunktion aber ist das rostrale Sexualzentrum zusätzlich erforderlich. Es liegt dorsal vom Chiasma opticum in der Regio supraoptica und besteht aus den Kerngebieten N. praeopticus medialis, N. suprachiasmaticus und Anteilen des N. hypothalamicus anterior. Es ist verantwortlich für die weibliche LH-Sekretion. Umweltreize lösen im rostralen Zentrum zyklische Impulse aus, die das kaudale Sexualzentrum erreichen und zu verstärkter Sekretion von GnRH anregen. Zwischen N. suprachiasmaticus und Epiphyse besteht andererseits eine direkte nervale Verbindung. Möglicherweise ist dieses Kerngebiet der Endpunkt der retinohypothalamischen Bahn (GRÜTZE et al., 1981; AXELROD, 1974; MOORE u. KLEIN, 1974). NISHINO et al. (1976) sehen die Bedeutung des N. suprachiasmaticus in der Synchronisation des durch exogene und endogene Faktoren bestimmten Pinealrhythmus.

Neben dem Hauptweg der Lichtwirkung über retinale Rezeptoren existiert auch eine Perzeption von Licht über die Körperoberflächen, speziell die Schädelknochen (MEHLHORN, 1978). Die Vermutung liegt nahe, daß es neben dem retinalen Photorezeptor noch einen hypothalamischen Photorezeptor gibt. Sowohl nach Durchtrennung von Sehnerven, Epiphysektomie und Lichtanwendung über direkt zum Hypothalamus geleitete künstliche Fasern konnte bei Versuchstieren (Vögeln wie Säugetieren) eine sexuelle Antwort auf Lichtreize festgestellt werden (VAN TIENHOVEN u. PLANCK, 1973).

An dem Zustandekommen der Lichtwirkung sind also mehrere Faktoren beteiligt, deren Wirkungsmechanismen und Vernetzungen untereinander noch nicht befriedigend erklärt werden können. Nach MEHLHORN (1981) kann jedoch eine zentrale Vermittlerrolle der Epiphyse insbesondere bei der Umsetzung jahresperiodischer Lichtreize und damit der Fortpflanzungsaktivität als gesichert angenommen werden. Den Neurotransmittern Melatonin und Serotonin wird eine Überträgerfunktion zu den entsprechenden Zielorganen nachgesagt. Neben den weitverzweigten retinohypothalamischen Verbindungen werden auch andere Wege der Lichtperzeption vermutet.

2.2 Lichtspektrum

Das Auge reagiert auf den sichtbaren Teil des elektromagnetischen Wellenlängenbereichs. Das Empfindlichkeitsmaximum liegt beim Säugetier bei ca. 500 nm, beim Menschen bei ca. 555 nm (MEHLHORN, 1978).

Die Wirkung von Licht unterschiedlicher Wellenlängen zeigt tierartliche Unterschiede. HOFFMANN (1973) berichtet, daß Ratten bei gelbem Licht die größte Anzahl, bei rotem und grünem Licht eine mittlere Anzahl und bei blauem Licht die geringste Anzahl an Feten hervorbringen. HAUTZINGER und PIACSEK (1973) konnten bei Ratten unter rotem Licht eine frühere Vaginalöffnung und ein höheres Ovar/Uterusgewicht als unter blauem Licht beobachten. Zwischen dem gelben und grünen Spektrum ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Bei Enten ist die Anzahl der befruchteten Eier unter rotem Licht größer als unter gelbem Licht (HOFFMANN, 1973). WEELHOUSE und HACKER (1982) untersuchten an 57 Yorkshire Jungsauen unter einem 16stündigem Lichtprogramm den Einfluß von Rotlicht, weißem, fluoreszierendem Licht, natürlichem Tageslicht und UV-Licht auf einige Fruchtbarkeitsparameter: Das Körpergewicht und das Alter bei Pubertätseintritt sowie das Epiphysengewicht sind bei Rotlicht signifikant höher als bei den Vergleichsgruppen ($P < 0,05$; $0,01$; $0,05$ resp.). In der täglichen Zunahme, der Ovulationsrate und der Anzahl der Feten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede. In der Tendenz scheint das weiße, fluoreszierende Licht jedoch zu den besseren Wachstums- und Reproduktionsleistungen zu führen. Das rote Spektrum hat beim Schwein eine ähnliche Wirkung wie Dunkelheit. HOFFMANN (1973) folgert, daß das natürliche Sonnenlicht bzw. das künstliche, weiße, fluoreszierende Licht das Spektrum, das vom Säugetierauge erfaßt werden kann, für alle wichtigen Lebensvorgänge optimal abdeckt.

2.3 Lichtintensität

Neben der Beleuchtungsdauer ist die Lichtintensität von entscheidender Bedeutung für das Fortpflanzungsgeschehen bei Tieren. Die meßbaren Grenzbereiche lassen jedoch nach dem gegenwärtigen Stand der Beobachtungen und Versuche der verschiedensten Autoren keine gesetzmäßigen Schlüsse zu. Die meisten Experimente bestehen in der Untersuchung unterschiedlicher Lichtperioden bei feststehender Lichtintensität, die wiederum von Autor zu Autor starken Schwankungen unterliegen. Außerdem ist zu beachten, daß die Lichtintensität in freier Natur die Intensitäten in gewöhnlichen Stallgebäuden um das 100-1000fache übertrifft, ohne daß einschneidende Fertilitätsstörungen daraus resultieren.

Nach MEHLHORN (1978) sind für die vegetativen Steuerungsfunktionen des Lichtes geringe Intensitäten (30-50 Lx) ausreichend. Für gute Zucht- und Dauerleistungen wären aber höhere Lichtstärken zu empfehlen. Nach ASCHOFF (1981) erhöhen lichtaktive Tiere, wozu unsere landwirtschaftlichen Nutztiere gehören, die circadiane Spontanfrequenz mit steigender Intensität. Dunkelaktive Tiere (z.B. Ratten) verringern die Spontanfrequenz mit steigender Intensität.

HAUTZINGER und PIACSEK (1973) haben in zwei Versuchen mit verschiedenen Lichtregimen den Einfluß unterschiedlicher Lichtstärken auf die Vaginaleröffnung von Ratten untersucht. Beim 24 Stunden-Lichtregime ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bei den Gruppen, die unter weißem, fluoreszierendem Licht mit Intensitäten von 30, 100, 600 und 2400 Lumen/m² (=Lx) gehalten wurden. Bei einem Lichtregime von 14 Stunden Licht und 10 Stunden Dunkelheit trat unter gleichen Konditionen die Vaginaleröffnung bei der 100 Lumen/m²-Gruppe am frühesten auf, bei der Gruppe mit 600 Lumen/m² am spätesten. Das Ovar- und Uterusgewicht war bei der erstgenannten Gruppe ebenfalls am schwersten.

YURKOV (1978) untersuchte den Effekt unterschiedlicher Lichtintensitäten bei einem 14 Stunden-Lichtregime auf Versuchsgruppen von je 10 russischen Large White-Sauen, -Jungsauen und -Ebern. Bei 100 Lx, 60 Lx, 10 Lx künstlichem Licht wurden 11,5; 10,6; resp. 11 lebendgeborene Ferkel gezählt. Das Geburtsgewicht der Ferkel betrug 1,41; 1,24; resp. 1,22 kg. Jungsauen mit einem Körpergewicht von 65 bis 95 kg wurden 30-45 Tage lang unter Naturlichtbedingungen plus zusätzlicher künstlicher Beleuchtung gehalten. Der Prozentsatz der gedeckten Jungsauen (15-60

pro Gruppe) am Ende des Versuchs betrug in den Gruppen 70-85 Lx Tageslicht plus 10 Lx künstliches Licht 55,8 %, und in den Gruppen 70-85 Lx Tageslicht plus 45-50 Lx künstliches Licht 71,7 %. Bei den Ebern (5 pro Gruppe) betrug das gesamte Ejakulatvolumen in der Gruppe mit 10 Lx 228 ml, die Spermienzahl $36,7 \times 10^9$, in einer Gruppe mit 100-150 Lx 239 ml resp. 43×10^9 Spermien.

Zusammenfassend betrachtet, scheinen sich Beleuchtungsstärken über 30 Lx positiv auszuwirken. Gute Zuchtleistungen dagegen sind ab etwa 100 Lux zu erzielen.

2.4 Visuelles Orientierungsvermögen der Schweine

GRAF (1975) hat das visuelle Orientierungsvermögen der Schweine in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke untersucht.

Vom morphologischen Aufbau entspricht das Schweineauge am ehesten dem des Menschen. Ein Tapetum lucidum fehlt, die Retina enthält reichlich dicke kurze Zapfen, die für scharfes Sehen und Farbsehen (photopisches Sehen) verantwortlich sind. Stäbchen, die bei verminderter Lichtstärke und für Schwarz-Weiß-Sehen (scotopisches Sehen) wirksam werden, sind verhältnismäßig wenig vertreten, woraus zu schließen ist, daß Schweine überwiegend tagaktive Tiere sind.

Aufgrund dieser vergleichbaren Morphologie eignet sich die aus der Humanophthalmologie bekannte Visusmessung mit dem "Landolt-C" und dem Kreis-Symbol. Die Schweine wurden auf diese Symbole in Zusammenhang mit der Fütterung dressiert. Bei stufenweiser Reduzierung der Lichtstärke wurde geprüft, ob die Schweine die Lücke zwischen dem C noch erkennen, oder das C als Kreis identifizieren. Die Untersuchungen ergaben folgende Grenzbereiche (in Lux, vertikal gemessen):

Zwischen 200 und 12 Lx bleibt die Sehschärfe konstant und Farbsehen ist möglich (photopisches Sehen). Bei dieser Intensität zeichnen sich die Schweine durch eine hohe Aktivität aus, indem sie sich durch kleinste Details im Stall ablenken lassen (Stroh etc.).

Zwischen 12 und 1,5 Lx nehmen Sehschärfe und Farbsehen kontinuierlich ab (mesopisches Sehen). Die Schweine sind in ihrer Aktivität etwas herabgesetzt, für die Versuche jedoch stark motiviert, da sie durch nichts abgelenkt werden.

Zwischen 1,5 und 0,2 Lx ist nur noch Schwarz-Weiß-Sehen (scotopisches Sehen) möglich. Die Tiere sind in ihren Motivationen stark herabgesetzt, desorientiert und teils apathisch.

Unterhalb von 0,2 Lx ist Sehen praktisch unmöglich. Die Pflege sozialer Kontakte unter den Artgenossen scheint dann nicht mehr möglich zu sein.

Bei HACKER et al. (1973) hielten sich dagegen die Schweine, gemessen an der Zeit für Futter/Tränkeaufnahme, Urin/Kotabsatz und Spielverhalten, länger im Dunkelstall als in einem künstlich beleuchteten Hellstall auf.

BALDWIN und MEESE (1977) und BALDWIN (1979) konnten in ihren Versuchen zeigen, daß Schweine lichtaktive Tiere sind. Die Schweine wurden in geschlossenen Metallboxen gehalten und konnten mit ihrer Rüsselscheibe durch Wandschlitze Lichtschranken gleichsam als Ein- und Ausschalter für Licht betätigen. Der Ein-Schalter wurde signifikant häufiger benutzt. 72 Prozent der gesamten Zeit verbrachten die Tiere im Licht, bezüglich der Lichteinteilung im Tagesverlauf konnte kein signifikanter zirkadianer Rhythmus beobachtet werden.

2.5 Die Bedeutung des sichtbaren Lichtes als Zeitgeber für die biologischen Rhythmen

Zahlreiche Lebensvorgänge bei Mensch und Tier folgen biologischen Rhythmen. Die bekanntesten Rhythmen sind der zirkadiane (24 Stunden)- und der zirkaannuale (Jahres-) Rhythmus. Beide Zeitprogramme bedingen sich und wirken zusammen. Photoperiodische Reaktionen z.B. gewährleisten mittels des zirkadianen Systems die artspezifische Phasenlage zirkaannualer Rhythmen im Jahreszyklus.

Fast alle Parameter im Organismus sind am 24 Stunden-Rhythmus beteiligt, wie z.B. die Tagesschwankungen des Blut-Cortisol und ACTH-Spiegels.

Von besonderer Bedeutung für die Fortpflanzung in der Nutztierhaltung scheint jedoch die zirkaannuale Periodik zu sein, wie sie bei monöstrischen Wildformen noch deutlich ausgeprägt ist. Hierdurch fallen die Geburten immer mit den günstigsten jahreszeitlichen Bedingungen zusammen.

Die Biorhythmen werden definiert als endogene, angeborene und genetisch determinierte Schwingungen, die durch exogene Umwelteinflüsse synchronisiert werden. Solche Synchronisatoren werden als Zeitgeber bezeichnet. Das sichtbare Licht spielt dabei als Hauptzeitgeber für diese Rhythmen eine dominante Rolle gegenüber schwächeren Zeitgebern wie Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit oder sogenannten sozialen Zeitgebern, das sind in regelmäßiger Zeitfolge sich wiederholende Prozesse, wie z.B. Fütterung oder Melken.

Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion stellt neue Anforderungen an die Anpassungsfähigkeit des Individuums, die im Gegensatz zur entwicklungsgeschichtlich erworbenen Anpassungsfähigkeit stehen kann. Überwiegende Stallhaltung, Dunkelhaltung oder künstliche Beleuchtung können zu Störungen der endogen geprägten Rhythmik führen. Als Folge können auch Fortpflanzungsstörungen resultieren. Eine Anpassung an die veränderten Umweltbedingungen ist in gewissen Grenzen noch möglich, doch kann sie Tage und Wochen dauern.

Daraus wird die Schlußfolgerung gezogen, daß jede Abweichung von den natürlichen Lichtbedingungen vermieden werden sollte. Das Ein- und Ausschalten von Licht in Ställen ist, um ein Beispiel zu nennen, gegen die Zeitgeberfunktion des Lichtes gerichtet und führt zu Belastungen der Tiere.

Von der Sonnenstrahlung, die Licht und Energie in sich vereint, ist nur der optisch-thermische Bereich von besonderem Interesse. Die optische Strahlung als Teil elektromagnetischer Wellen und der vom menschlichen Auge wahrnehmbare Teil der optischen Strahlung (von 380 - 760 nm Wellenlänge) wird als Licht bzw. sichtbares Licht bezeichnet und entfaltet seine Wirkung als Hauptzeitgeber über die Lichtlänge (Dauer der Lichteinwirkung), die Intensität, die spektrale Zusammensetzung und den Rhythmus des Hell-Dunkel-Wechsels im Laufe eines Tages. Der Hell-Dunkel-Wechsel im Tagesverlauf wird als differentieller Reiz, die Dauer der Einwirkung, d.h. die Zu- und Abnahme der Tageslichtlänge, als proportionaler Reiz empfunden (FAUST, 1976; MEHLHORN, 1977, 1978, 1981; ASCHOFF, 1981).

Für das Zustandekommen sowohl zirkadianer als auch zirkaannualer Rhythmen wird dem Licht besonders für das Fortpflanzungsgeschehen eine Hauptzeitgeberfunktion zuerkannt.

2.6 Einfluß der Lichtdauer auf morpho-histologische und physiologische Parameter beim Schwein

MEHLHORN (1978) führt die allgemeine Wirkung des Lichtes auf die Fortpflanzung auf eine indirekte Anregung des Endokriniums, der allgemeinen und geschlechtlichen Aktivität sowie eine Steigerung der Nahrungsaufnahme zurück, die eine gute Entwicklung der Geschlechtsorgane bedingt.

Die zentrale Bedeutung der Epiphyse als Mittler zwischen Sensorium und Endokrinium wurde bereits einleitend erwähnt, ebenso die antagonistische Wirkung der Indolverbindungen Melatonin und Serotonin. Melatonin wird durch das Enzym "HIOMT" (Hydroxy-o-Methyl-Transferase) aus dem Serotonin synthetisiert. In Kanada (Anon., 1978) wurde eine bislang noch nicht identifizierte antagonistische Substanz niedermolekularer Struktur (< 20.000 Daltons), die nicht dem Melatonin entspricht, isoliert. Die Epiphyse wird für die signifikant schlechten Reproduktionsleistungen bei kompletter Dunkelheit gegenüber verschiedenen Lichtregimen mit 6, 12 und 18 h Licht pro Tag verantwortlich gemacht. HOFFMANN (1973) erwähnt, daß das Enzym HIOMT in kompletter Dunkelheit ansteigt und vermehrt Melatonin nachzuweisen ist. Im umgekehrten Fall, bei ununterbrochener Beleuchtung, fällt HIOMT stark ab. Das kann nach MEHLHORN (1977, 1981) zu einer Störung der Biorhythmen in Form des "free running" mit folgender Azyklie und Follikelpersistenz beim Schwein führen. Das Epiphysengewicht von Jungsauen unterscheidet sich nach NTUNDE et al. (1979) nicht bei unterschiedlichen Photoperioden wie 24 oder 18 Stunden Kunstlichtregime (950 Lx) oder Naturlicht mit 9 - 11 stündiger Tageslichtlänge.

Dagegen beobachteten GUTTE und GRÜTZE (1979) bei Jungsauen eine Zunahme des Zellvolumens und der Kerndurchmesser, sowie eine erhöhte Aktivität der Ribonucleinsäuren, Lipide und Phospholipide in kompletter Dunkelheit, die signifikant höher waren, als die Vergleichsgruppe mit 24 Stunden Kunstlichtregime (100 Lx). SCHNURRBUSCH et al. (1982) und HACKER et al. (1981) konnten diese Ergebnisse in einem ähnlichen Versuch bestätigen. Zellvolumen als auch Zellaktivität der Epiphyse waren in einem geteilten Kurzlichttag (2 x 2 Stunden Licht, 10 Stunden Dunkelheit) signifikant höher als unter 24 Stunden-Dauerbeleuchtung (100 Lx), ohne daß ein antagonistischer Effekt durch Melatonin bewirkt wurde. Die Epiphyse ist als eines von vielen anderen Steuerungsgliedern zu betrachten. Die Ergebnisse zeigen jedoch deutlich, daß auch bei domestizierten Tieren Veränderungen in der Epiphyse in Abhängigkeit vom Licht vorkommen (GUTTE u. GRÜTZE, 1979, 1981).

Die hypothalamischen Kerngebiete reagieren unterschiedlich auf verschiedene Photoperioden, wie GRÜTZE et al. (1981) bei 12 Landrasse Jungsauen demonstrieren konnten. Die erste Gruppe wurde unter konstant 24 Stunden-Kunstlicht mit einer Intensität von 100 Lx, die zweite Gruppe in Dunkelheit mit kurzzeitiger Beleuchtung zu den Fütterungszeiten gehalten. Das Zellvolumen im Nucleus suprachiasmaticus war bei Dauerlicht um 28 % größer. Die Releasingfaktoren für die weibliche LH-Sekretion werden bekanntlich dem Nucleus suprachiasmaticus zugeschrieben. Im Nucleus infundibularis gab es keine Unterschiede. Im Nucleus präammilaris war das Zellvolumen dagegen nach Dunkelhaltung um 18 % größer.

Durch den Vergleich künstlicher Lichtregime konnte also sowohl ein Einfluß auf epiphysäre als auch auf hypothalamische Strukturen je nach Ausgangslage nachgewiesen werden.

Von den in der Adenohypophyse synthetisierten Hormonen ist das Prolaktin beim Schwein und Schaf von besonderem Interesse, weil es zusammen mit dem LH eine luteotrope Wirkung auf den Trächtigkeitseibkörper hat (ROMMEL, 1977). HOAGLAND et al. (1981) untersuchten die Serum-Prolaktin-Spiegel an 41 Kreuzungsjungsauen unter natürlichen Lichttagbedingungen in einem Fensterstall mit durchschnittlich 40 Lx Intensität und einer Tageslichtlänge zwischen 9,1 und 12,8 h (November bis April) und unter Kunstlichtbedingungen (15 Stunden bei 150-500 Lx). Gegenüber dem Naturlicht konnte unter Kunstlicht kein signifikanter Anstieg von Serum-Prolaktin festgestellt werden.

Die Serum LH-Werte scheinen sich ebenso unter verschiedenen Kunstlichtregimen nicht zu unterscheiden, wie PERERA et al. (1980) und PERERA und HACKER (1984) in 3 Versuchsgruppen mit 24 Stunden künstlichem Licht, 12 Stunden Licht/12 Stunden Dunkelheit (beide 600 Lx) und 24 Stunden Dunkelheit an 106 Yorkshire Sauen zeigen konnten. Auch die LH-Gipfel waren für alle Gruppen gleich. NTUNDE (1978) fand dagegen, daß bei Jungsauen in einer Gruppe mit 11 Stunden Licht/13 Stunden Dunkelheit der LH-Gipfel des Pubertätsöstrus zeitlich vor den Gruppen mit 9 Stunden Licht und 24 Stunden Dunkelheit lag. Die LH-Serumkonzentrationen in einem späteren Versuch mit 24 Stunden Dunkelheit, 18 Stunden Licht (950 Lx) und natürlichem Licht (ca. 9 - 10,8 Stunden) brachten aber keine signifikanten Unterschiede. KLOCHKOV (1978) bildete 2 Gruppen mit je einer künstlichen Photoperiode von 17 Stunden Licht pro Tag und einer natürlichen Photoperiode mit 7-8 Stunden Licht pro Tag

(Kontrollgruppe). Die Serum LH-Konzentrationen waren in der Kontrollgruppe signifikant niedriger am 3. Tag des Zyklus und am 25. Tag der Trächtigkeit, im Vergleich zur Versuchsgruppe und einer weiteren Gruppe, die unter konstantem 24 Stunden-Lichtregime stand.

TERASAWA et al. (1979) zeigten an ovariectomierten Meerschweinchen unter einem künstlichen Beleuchtungsregime von 12 Stunden Licht/12 Stunden Dunkelheit (von 6,00 - 18,00 Uhr), daß nach morgendlicher bzw. abendlicher Applikation von Oestradiolbenzoat eine deutliche LH-Antwort jeweils in den darauffolgenden dunklen Phasen des Tages eintrat.

Unter den schon beschriebenen Versuchsbedingungen untersuchte KLOCHKOV (1978) auch die FSH-Konzentrationen am 3. und 16. Tag des Zyklus und am 25. Tag der Trächtigkeit: In der Gruppe mit natürlichem Licht waren die Werte 6,75; 12,5 und 82 ng/ml. Die Werte in der Gruppe mit 17 Stunden-Lichtregime waren signifikant unterschiedlich (4,5 ng/ml im Metöstrus und 36 ng/ml am 25. Tag der Trächtigkeit. In ähnlicher Größenordnung lagen die Werte für das 24 Stunden-Lichtregime.

Die Östrogen-Konzentrationen im Serum weisen in den unterschiedlichsten Lichtprogrammen keine signifikanten Unterschiede auf (NTUNDE, 1978; Anon., 1980; PERERA et al., 1980; PERERA u. HACKER, 1984).

HACKER et al. (1979) stellten fest, daß bei Jungsauen ab einem Lebensalter von 100 Tagen in den Gruppen Naturlicht (9-11 Stunden) und Kunstlicht (18 Stunden, 950 Lx) die maximalen Progesteron-Serumkonzentrationen mit 8 und 6 Wochen signifikant früher erreicht waren als in 24 Stunden Dunkelheit mit 10 Wochen ($P < 0,05$). Die Pubertätsöströen fielen mit vergleichbarer Signifikanz in diese Zeiträume. Die Progesteron-Konzentrationen zwischen den Licht:Dunkel-Regimen 24:0, 12:12 und 0:24 zeigten keine signifikanten Unterschiede (PERERA und HACKER, 1984).

Zusammenfassend ergibt sich, daß der Einfluß von unterschiedlichen Lichtregimen auf gonadotrope Hormone umstritten und fraglich ist, was auf den unterschiedlichen Versuchsbedingungen beruhen mag.

Die Beurteilung des Lichteinflusses auf die Ovulationsrate (Anzahl der Gelbkörper) wird in gleichem Maße wie bei den Hormonen erschwert durch die Vielfalt der

Versuchsanordnungen, d.h. die Verwendung unterschiedlicher Lichtprogramme und Intensitäten, unterschiedlicher Versuchstiere und Anzahl der Tiere. Zwischen künstlichen Lichtprogrammen unter 12 Stunden pro Tag, natürlichen Tageslichtlängen und kompletter Dunkelheit einerseits und Kunstlichtperioden von über 12 bis 24 Stunden pro Tag andererseits bestehen keine signifikanten Unterschiede in der Ovulationsrate bei Sauen (Anon., 1978; NTUNDE et al., 1979; HOY et al., 1982).

Bei HACKER et al. (1979) liegt jedoch die Anzahl der Gelbkörper bei Jungsauen, die 30 Tage nach der künstlichen Besamung geschlachtet wurden, in der Gruppe unter Naturlichtbedingungen (9-10 Stunden Licht) bei 12,6 Gelbkörpern und damit signifikant höher ($p < 0,05$) als in der Gruppe mit 24 Stunden Dunkelheit bei 11,3 Gelbkörpern.

Bezüglich der sexuellen Reife, gemessen an der Zahl abgelaufener Zyklen am 265. Lebenstag von Jungsauen stellen HOY et al. (1982) fest, daß unter künstlicher Beleuchtung ein Langtag von 24 Stunden und 80 Lx einem Kurztag mit 8 Stunden und 80 Lx, ein 14 Stunden Langtag mit 80 Lx einem 14 Stunden Langtag mit 50 Lx vorzuziehen ist und dieser wiederum einen höheren Prozentsatz sexuell reifer Tiere bringt, als der 8 Stunden Kurztag (80 Lx).

Dies betrifft auch die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane. HOY et al. (1982) berichten in einer anderen Veröffentlichung von dem positiven Einfluß dieser Lichtregime auf die gonadale Entwicklung gegenüber Naturlichtverhältnissen in Fensterställen mit Tageslichtquotienten von 1% - 2%. Schon SURMUHIN und CEREMNYH (1970) berichten von einer Zunahme des Follikel- und Uterusgewichtes und einer Volumenzunahme des Ovars bei langen Photoperioden. MEHLHORN (1981) bestätigt diese Ergebnisse. Im Vergleich der Kunstlichtregime 14 Stunden (100 Lx) und 8 Stunden (50 Lx), wirkt sich das erstere positiv auf die Entwicklung der Geschlechtsorgane aus. Im Vergleich von Naturlichtbedingungen, 14 Stunden Langtag und 4-Phasen Tag mit 2 mal 2 Stunden Licht (100 Lx) pro Tag hat das zuletzt genannte Regime den deutlichsten stimulierenden Effekt. Für Naturlichtbedingungen fordert der Autor einen Tageslichtquotienten von mindestens 1,5 %, für Dunkelställe bzw. fensterlose Bauhüllen ein energiesparendes Kunstlichtregime von 2 x 2 Stunden (100 Lx) pro Tag. Dauerhell bzw. Dauerdunkel hemmt die Entwicklung der Geschlechtsorgane.

Zusammenfassend ist ein Langtag mit hoher Intensität einem Langtag mit niedriger Intensität vorzuziehen.

2.7 Einfluß der Lichtdauer auf wirtschaftlich bedeutende Reproduktionsmerkmale beim Schwein

Für die Wirtschaftlichkeit der Schweineproduktion sind die Merkmale Geschlechtsreife der Jungsauen, Brunstverhalten, Wurfgröße, Absetz-Ostrusintervall und Umrausch- bzw. Verlustquote wegen Unfruchtbarkeit von entscheidender Bedeutung.

Kanadische Wissenschaftler haben das Auftreten des ersten Ostrus bei Jungsauen unter verschiedenen Lichtregimen beobachtet. Jungsauen unter natürlichen Aufzuchtbedingungen erreichten gegenüber Tieren, die in fortgesetzter Dunkelheit aufgezogen wurden, den 1. Ostrus 16–20 Tage früher. Bei einem künstlichen Lichtregime von 12 Stunden Licht/12 Stunden Dunkelheit betrug die Differenz zur Dunkelgruppe 39 Tage; bei 12 bzw. 18 Stunden Kunstlicht pro Tag betrug der Unterschied gegenüber einem 6 Stunden Lichtprogramm und vollkommener Dunkelheit 40 Tage (Anon. 1978; NTUNDE, 1978). HACKER et al. (1979) und NTUNDE et al. (1979) verglichen drei Gruppen von Yorkshire-Jungsauen, die sie ab dem 100. Lebenstag drei verschiedenen Photoperioden unterworfen haben:

1.) 24 Stunden Dunkelheit 2.) 18 Stunden künstliches weißes Licht (950 Lx) 3.) Naturlichtbedingungen (9–10,8 h Tageslicht). Der erste Ostrus trat ein mit 200,8, 164,8, resp. 175,3 Tagen. Der Unterschied von der 2. und 3. Gruppe zur 1. Gruppe war signifikant ($p < 0,05$), der Unterschied von der 2. zur 3. Gruppe nicht signifikant, jedoch in der Tendenz früher. Derartige Unterschiede konnten bei Feldversuchen in Schottland an Kreuzungsjungsauen nicht beobachtet werden: Zwischen der Gruppe mit 6 stündigem Lichtregime und jahreszeitlich bedingter zunehmender Tageslänge und der Gruppe mit 18 Stunden Lichtregime und abnehmender Tageslänge ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (Anon. 1979). Die Ergebnisse von HOY und MEHLHORN (1981) über den Einfluß von Kunst- und Naturlicht auf das Eintreten der Geschlechtsreife bei Jungsauen lassen ebenso keine eindeutige Aussage zu. Die Autoren bildeten 2 Gruppen, einmal mit künstlichem 14 Stunden-Lichtregime (100 Lx) in einem fensterlosen Abteil, zum anderen eine Naturlichtgruppe in einem Fensterstall mit einem Tageslichtquotienten von 1%, der in den Wintermonaten zusätzlich mit Kunstlicht von 5.30 bis 9.00 Uhr beleuchtet wurde. Zwischen beiden Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede. Die Unterschiede im Naturlichtstall waren auch bei unterschiedlichen Tageslichtlängen nicht signifikant, nur die Tiere, die auf der dem Fenster zugewandten Seite standen, waren in der Tendenz früher geschlechtsreif.

Diese Befunde sind bei der Diskussion der Vor- oder Nachteile von fensterlosen Bauhüllen mit Kunstlichtregimen von Interesse, führen aber bei der Betrachtung der Wirkungen von unterschiedlicher Beleuchtungsdauer und Intensitäten zu keinem befriedigendem Ergebnis.

Bezüglich des Brunstverhaltens bzw. -dauer können HOY und MEHLHORN (1981) keine signifikanten Unterschiede in den einzelnen Gruppen feststellen. STEIGER und MEHLHORN (1977) sind auf Grund ihrer Ergebnisse bei Altsauen der Meinung, daß die Brunstsymptome verstärkt und die Brunstdauer verlängert sind in einem Hellstall mit zusätzlichem Kunstlichtregime (15 Stunden pro Tag) und Intensitäten von 50 bis 100 Lx gegenüber einem Kontrollstall, der über 50% der Intensität des Hellstalles verfügt. PERERA et al. (1980) und PERERA und HACKER (1984) berichten, daß sich die Östrusdauer bei Yorkshire Sauen bei einem 24 Stunden Lichtregime (600 Lx) mit 4 Tagen signifikant ($p < 0,001$) von einem 12 Stunden-Lichtregime (600 Lx) mit 2,7 Tagen unterscheidet.

Die Aussagen über die Wurfgrößen sind unterschiedlich. BEKENEV et al. (1977) erzielten die besten Ergebnisse bei einem künstlichen Lichtprogramm von 8 Stunden Licht und ca. 100 Lx, die schlechtesten Ergebnisse bei einem Lichtregime von 17 Stunden (100 Lx). Dazwischen lag die Kontrollgruppe unter Naturlichtbedingungen. BENKOV (1974, 1978) stellt fest, daß die Kontrollgruppe unter Naturlichtbedingungen der Dunkelgruppe und dem 16 Stunden Lichtregime überlegen ist. Diese Ansicht vertreten auch STEIGER et al. (1971). In Betrieben mit Tageslichtzutritt wurden gegenüber Dunkelställen mit 25 Lx Kunstlicht (nur zu den Fütterungszeiten) 1 Ferkel pro Wurf mehr erzielt. Die Vorteile von längeren künstlichen Lichtregimen bekräftigen STEIGER und MEHLHORN (1977), KLOCHKOV und GULEVICH (1981) sowie MABRY et al. (1982), indem sie die positive Wirkung von künstlich beleuchteten Hellställen (15 h/100 Lx) gegenüber Normalställen (50 Lx), 24 h Licht gegenüber Naturlicht bzw. 16 h Lichtregime gegenüber 8 h Lichtregime hervorheben. So konnten bis zu einem Ferkel mehr pro Wurf erzielt werden. Auch die zusätzliche künstliche Beleuchtung zum Tageslicht bringt bessere Wurfsergebnisse (BEKENEV u. VYSTAVNOI, 1976). Viele Autoren konnten jedoch im Vergleich verschiedener Lichtprogramme vom 24 h Dunkel bis hin zum 8, 12, 14, 16 oder 24 h Lichtprogramm keine signifikanten Unterschiede in den Wurfgrößen feststellen (BENKOV, 1978; YURKOV, 1978; PERERA et al., 1980; HOY u. MEHLHORN, 1981; GREENBERG u. MAHONE, 1982; PERERA u. HACKER, 1984).

Der von YURKOV (1978) festgestellte positive Einfluß der Lichtintensität auf die Wurfgröße wurde bereits beschrieben: Die Anzahl der lebend geborenen Ferkel betrug bei 100, 60 und 20 Lx Kunstlicht 11,5; 10,6 bzw. 11 Ferkel.

Die Wirkung verschiedener Lichtregime auf eine etwaige Verkürzung des Absetz-Östrusintervalls wird von einer Reihe von Autoren gleichermaßen verneint (PERERA et al., 1980; PERERA und HACKER, 1984; MABRY et al., 1982; GREENBERG und MAHONE, 1982). CLAUS et al. (1984) konnten jedoch in einem ersten Versuch mit einem künstlichen Lichtprogramm im Sommer eine signifikante Verkürzung erreichen. Von Mai bis September, einem Zeitraum langer Tageslichtlängen von über 15 Stunden, wurde nach Verdunkelung der Fenster und einem künstlichen Lichtregime mit der Intensität von 2 W/m² die Lichtlänge wöchentlich um 20 min. verkürzt. Die Ergebnisse von 6, 5,3 und 5,8 Tagen im Juni, Juli und August unterscheiden sich damit deutlich von den Abständen unter Naturlichtbedingungen mit durchschnittlich 31,6 Tagen im selben Zeitraum des Vorjahres ($p < 0,001$).

Die Aussagen über die Beleuchtungsdauer künstlicher Lichtregime scheinen widersprüchlich. Während in der Tendenz für das Erreichen einer frühen Geschlechtsreife und gutes Brunstverhalten Regime von über 12 Stunden empfohlen werden, scheint eine zu lange Beleuchtungsdauer auf das Absetz-Östrusintervall negativen Einfluß zu nehmen. Bei den Wurfgrößen werden sowohl bei langen als auch kurzen Lichtregimen bessere Ergebnisse erzielt.

Da in mehreren Untersuchungen keine Wirkung unterschiedlicher Beleuchtungsstärken auf Fruchtbarkeitsmerkmale eintrat, scheinen die beobachteten Effekte schlecht reproduzierbar zu sein.

Beim Eber sind die Spermaqualität und die Deckleistungsdauer im Dunkelstall deutlich herabgesetzt (STEGEER et al., 1971). YURKOV (1978) machte genauere Angaben über die Bedeutung der Lichtintensität. Bei 10 bzw. 100 bis 150 Lx betrug das gesamte Ejakulatvolumen 228 resp. 239 ml; die Spermienzahlen sind analog $36,7 \times 10^9$ bzw. 43×10^9 Spermien.

2.8 Lichtwirkung auf Wachstum und Resistenz

Licht als Wachstumsförderer entfaltet seine Wirkung überwiegend über die Beleuchtungsdauer und weniger über die Intensität. Ausschließliche Dunkelhaltung, ursprünglich empfohlen wegen vermuteter Aktivitätsminderung, erhöht die Mastleistung dagegen eher durch Fettansatz. Heute werden für gute Zunahmen Lichtprogramme von 12 bis 16 Stunden pro Tag und Intensitäten zwischen 10 und 20 Lx empfohlen (MEHLHORN, 1978).

Die resistenzfördernde Wirkung des Lichtes wird nach MEHLHORN (1978) überwiegend der Lichtintensität zugeschrieben. 80 - 100 Lx Lichtstärke verringern in der Ferkelaufzucht die Morbidität und erhöhen die Phagozytoseaktivität. YURKOV (1978) hat Aufzuchtsschweine über einen Zeitraum von 5 - 7 Monaten in verschiedenen Gruppen unter künstlichem Licht mit Intensitäten zwischen 5 und 120 Lx aufgezogen und hämatologische, biochemische und immunologische Parameter mit Schweinen einer Kontrollgruppe unter Naturlichtbedingungen verglichen. Er kommt zu dem Schluß, daß ab 40 Lx, sofern kein natürliches Licht vorhanden ist, eine verstärkte bakterizide, lysosomale und phagozytische Aktivität die Resistenz steigert.

2.9 Einfluß der Jahreszeit

2.9.1 Einfluß der Jahreszeit auf die Fortpflanzung generell

Trotz einer in einem langen Adaptationsprozeß erfolgten Domestikation hat sich auch beim Hausschwein eine gewisse jahreszeitliche Rhythmik erhalten, die neben der Temperatur vor allem durch das Licht als Hauptzeitgeber exogen gesteuert wird (MEHLHORN, 1978). Das Licht übt nicht nur durch Schwankungen im Tagesverlauf oder künstliche Beleuchtungsregime, wie in den vorangegangenen Kapiteln erörtert, sondern auch im Jahresverlauf durch sich ständig verändernde natürliche Photoperioden und Intensitäten einen beachtlichen Einfluß auf biologische Lebensvorgänge aus. Tageslichtlänge und Intensität beschreiben beinahe synchron über das Jahr eine Glockenkurve mit Minima in den Winter- und Maxima in den Sommermonaten.

Die Geburten fallen in der Regel mit den günstigsten klimatischen Bedingungen zusammen, das entspricht auf unsere klimatischen Verhältnisse bezogen, dem Frühjahr. Tiere mit kurzer Tragezeit (z.B. Katzen) paaren sich zu Beginn des Jahres mit steigender Tageslichtlänge. Die Geburt erfolgt in den Monaten März bis Mai. Tiere mit längerer Tragezeit (z.B. Schafe) paaren sich im Herbst und gebären im folgenden Frühjahr (HOFFMANN, 1973).

Beim Wildschwein ist nach SCHOPPER et al. (1983) im Gegensatz zum Hausschwein eine Fortpflanzungssaison vom Herbst bis Winterbeginn bekannt. Gelegentliche Fruchtbarkeitsdepressionen beim ganzjährig polyöstrischen Hausschwein wurden bislang allgemein auf den "Hitzestreß" zurückgeführt. STORK (1976) sammelte über einen Zeitraum von zwei Jahren Reproduktionsdaten von insgesamt 16.000 Bedeckungen und kam zu dem Ergebnis, daß die Sauen, die im Zeitraum Juni bis September abferkelten, bessere Reproduktionsmerkmale aufwiesen, als im Zeitraum Oktober bis Dezember. Zurück gerechnet auf den Konzeptionszeitraum bedeutet dies optimale Voraussetzungen in den Monaten Februar bis Mai, schlechtere Voraussetzungen in den Monaten Juni bis August.

2.9.2 Einfluß der Jahreszeit auf physiologische Fruchtbarkeitsparameter beim Schwein

Die Rolle der Epiphyse bei der zircaannualen Periodik ist unumstritten. THORPE und HERBERT (1974) konnten an weiblichen Frettchen demonstrieren, daß bei künstlich verkürzter Tageslichtlänge im Sommer, der Deckperiode, der Östrus verkürzt war. Bei Entfernung der Epiphyse zeigte sich aber keine Verkürzung der Brunst, d.h. bei langen Lichttagen wirkt die Epiphyse stimulierend auf die Brunst, bei kurzen Tagen eher hemmend. Durch Melatonin-Injektionen konnte im Versuch der Kurztag simuliert werden. GUTTE und GRÜTZE (1979) und GUTTE et al. (1982) bestätigen diese Aussage beim Schwein. Die Aktivität der Epiphyse nimmt zu mit abnehmender Lichttaglänge und Intensität und das führt zu einer Hemmwirkung auf die Gonaden. Im Frühjahr, mit zunehmender Lichttaglänge und Intensität wird die Aktivität der Epiphyse verringert. Dies führt zu einer Stimulierung der Reproduktionsorgane.

RAVAULT et al. (1982) untersuchten die jahreszeitlichen Veränderungen der Serum-Prolaktin-Spiegel an europäischen Wildschweinen und -Ebern und an zyklischen wie kastrierten weiblichen Large White Sauen und -Ebern, die unter natürlichen Licht- und Temperaturbedingungen gehalten wurden: Bei den Wildschweinen stieg die Prolaktinkonzentration von Januar bis Juli kontinuierlich an und fiel dann zum Dezember hin wieder ab. Bei den weiblichen zyklischen Hausschweinen waren die Konzentrationen vom Juni bis September signifikant höher als von Oktober bis März, ebenso bei den kastrierten weiblichen Tieren. Im Tagesverlauf waren die Blutspiegel nachts auch deutlich niedriger. Beim männlichen Tier konnten keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden. Prolaktin scheint sowohl bei den Wildformen als auch bei den Hausschweinen einen antigonadotropen Effekt zu haben.

STEINBACH (1973) untersuchte im gemäßigt tropischen Klima Nigerias an importierten Landrassesauen unter anderem die Ovulationsraten. Diese unterschieden sich nicht von den Ergebnissen in den Ursprungsländern, wurden also nicht durch hohe Temperaturen beeinflusst. Niedrige Luftfeuchtigkeit und ansteigende Tageslichtlängen wirken dagegen stimulierend.

Bei labordiagnostischen Untersuchungen des autumn abortion syndrome stellte WRATHALL (1982) an Hand monatlicher Blutproben fest, daß die Progesteron- und LH-Serumkonzentrationen im September bei zyklischen Sauen signifikant niedriger waren als in den übrigen Monaten. CLAUS et al. (1984) beobachteten während des Zeitraumes verlängerter Absetz-Rauscheintervalle (im Sommer) anhaltend niedrige Progesteronwerte unter 2,2 ng/ml Blutplasma. Diese andauernde Laktationsanötrie wird als Ursache für die verlängerten Intervalle angesehen.

2.9.3 Einfluß der Jahreszeit auf wirtschaftlich bedeutende Reproduktionsmerkmale beim Schwein

Das Erstbedeckungsalter der Jungsauen, die im Zeitraum von Mai bis August geboren wurden, betrug 8 - 8,5 Monate, im Geburtszeitraum September bis März 9,5 - 10 Monate. Umgerechnet bedeutet dies frühere Bedeckung von Januar bis Mai, verspätete Bedeckung von Juli bis Dezember (FEREDEAN und ARISANU, 1981). Bei einem Vergleich der Klimata Australiens und Dänemarks konnten TOMES und NIELSEN (1979) die Feststellung treffen, daß die Jungsauen, die in der jeweils wärmeren Jahreszeit geboren wurden, mit einem höheren Alter belegt wurden, also zum Frühsommer des folgenden Jahres.

Die meisten Informationen erhält man über die Beziehungen zwischen Wurfgröße und Saison, die jedoch schwer zu interpretieren sind wegen der unterschiedlichen Rassen und klimatischen Bedingungen in den einzelnen Ursprungsländern. In unserem mitteleuropäischen Bereich werden im allgemeinen die größten Würfe in den Abferkelmonaten Januar bis März, die schlechtesten in den Monaten Juni bis September erzielt. In den Tropen und Subtropen werden die größten Würfe ebenfalls in der relativ "kalten" Jahreszeit, die kleinsten Würfe in der feucht-heißen Jahreszeit beobachtet (POPOVIC u. SALAHOVIC, 1973; EIKJE, 1974; CROMWELL et al., 1976; FUFAROV et al., 1976; JOSHI et al., 1975; VLCEK, 1978; ENTWISTLE et al., 1978; DAGORN et al., 1979; HURTGEN et al., 1980; KEINDORF u. PLESCHER, 1981). LEGAULT et al. (1975) haben über einen Zeitraum von 5 Jahren Fruchtbarkeitsdaten von 176.000 Würfen in Frankreich ausgewertet. Die Wurfgrößen zeigen einen ähnlichen saisonalen Verlauf. Die größten Würfe im Januar liegen mit 0,26 Ferkeln signifikant über den kleinsten Würfen im Juli/August.

Das Intervall zwischen Absetzen und Rausche bzw. Belegen ist im Sommerhalbjahr, mit Maxima in den Monaten Juni bis September, länger als im Winterhalbjahr mit Minima in den Monaten November bis Februar (AUMAITRE et al., 1976; VLCEK, 1978; HENZE und KRETZSCHMAR, 1980; HURTGEN et al., 1980; HURTGEN und LEMAN, 1981; FEREDAN und ARISANU, 1981; MISKOVIC et al., 1981; BRAKE und ARTS, 1982). LEGAULT et al. (1975) haben in der oben erwähnten Erhebung auch die Absetz-Östrusintervalle untersucht. Der Unterschied beträgt 11 Tage zwischen den im Mittel kürzesten Intervallen im Dezember und den längsten Intervallen im Juni. Die Fortsetzung dieser Auswertungen von MARTINAT et al. (1984) über den Zeitraum von

1975 - 1982 bestätigen diesen Trend. Im Jahr 1982 betrug der Unterschied zwischen den Absetz-Oestrusintervallen in den günstigen Monaten November bis Februar und den schlechten Monaten Juli bis August 8 % bei Jungsauen bzw. 3 % bei Altsauen. Den prozentualen Anteil der Sauen, die innerhalb der ersten 7 Tage Rauschesymptome zeigten, gaben HURTGEN und LEMAN (1981) wie folgt an: Im Juni 75 %, Juli 68,5 %, August 63,8 %, Oktober 81,4 %, November 84,8 % und im Dezember 86,6 %. Der Anteil der Tiere, die innerhalb von 30 Tagen nach dem Absetzen noch keine Rauschesymptome zeigten, war in den Monaten Juli/August entsprechend am höchsten (14,6 % und 18,1 %). KEINDORF und PLESCHER (1981) konnten einen weiteren relativen Höhepunkt in den Monaten Januar und Februar, ein relatives Minimum für das Frühjahr beobachten. Jüngste Untersuchungen von CLAUS et al. (1984) bestätigen die Tendenz der bisherigen Veröffentlichungen. In einem Ferkelerzeugerbetrieb mit 80 Hybridsauen betrugen die Werte für das Absetz-Rauscheintervall im Januar 15,6 und im Februar 17,6 Tage. In den Monaten März bis Mai wurde ein leichter Rückgang der Intervalldauer beobachtet. Die Abstände erreichten die höchsten Werte im Zeitraum Juni bis August mit durchschnittlich 31,6 Tagen und verkürzten sich dann wieder auf 9,8 Tage im September und minimalen Intervallen von 4,9 Tagen im November und 6,3 Tagen im Dezember.

In vergleichbarer Weise wurden auch Schwankungen in der Abferkelrate festgestellt. Nur 64,4 % der im Juli gepaarten Sauen ferkelten gegenüber 88,6 % der im Dezember gepaarten Sauen.

Die Konzeptionsrate betreffend konnten die Australier ENTWISTLE et al. (1978) zwar jahreszeitliche Schwankungen von 76 % bis 93 % feststellen, ohne daß diese jedoch statistisch gesichert werden konnten. Nach FUVAEV et al. (1976) liegen die Konzeptionsraten von Oktober bis Februar höher als von Mai bis September mit einem Maximum von 80 % im Dezember und einem Minimum von 55 % im Juni. JOSHI et al. (1975) erreichten in Indien in der "kühleren" Jahreszeit eine Konzeptionsrate von annähernd 100 %, in der feucht-heißen Periode 65 % und in der trocken-heißen Saison 25 %. Für ein Absinken der Konzeptionsrate im Sommer sprechen auch die Beobachtungen von STORK (1976) und LUTTER und HÜHN (1980).

Die Umrauschquoten liegen im dritten Quartal um 2 bis 3 % über denen des restlichen Jahres (DAGORN et al., 1979; HURTGEN et al., 1980). Nach STORK (1976) sind die höchsten Quoten von Oktober bis Dezember, die niedrigsten von Juni bis September zu beobachten. Die Depression im Spätherbst des Jahres führt der Autor auf die abnehmende Tageslichtlänge zurück.

Auch die Anzahl der Aborte ist in diesem Zeitraum erhöht. In der feucht-heißen Periode Indiens beträgt die Abortrate sogar 60 % (JOSHI et al., 1975). WRATHALL (1982) hat das sogenannte "autumn abortion syndrome" untersucht und dabei festgestellt, daß im Herbst (besonders im Oktober) die Abortrate signifikant erhöht ist ($p < 0,01$). Diese Ereignisse stehen in enger Korrelation zu der abnehmenden Tageslichtlänge.

Die Ausfallquote wegen Unfruchtbarkeit ist im Hochsommer ebenfalls erhöht (TOMES und NIELSEN, 1979).

Für alle Parameter treffen die schlechtesten Resultate im Sommer und Herbst zu, während im Winter und Frühjahr die besten Reproduktionsleistungen erzielt werden.

2.9.4 Einfluß der Jahreszeit auf die Fruchtbarkeit beim weiblichen Schwein in extremen Klimazonen

Am Beispiel einiger extremer Klimazonen konnte bereits gezeigt werden, daß Reproduktionsmerkmale auch dort jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. TOMES und NIELSEN (1979) sehen in den hohen Temperaturen der trocken-heißen Sommerzeit Australiens die primäre Ursache für saisonale Schwankungen. Intensität und Lichtlänge mögen neben krankmachenden Faktoren ebenso eine bedeutende Rolle spielen.

EGBUNIKE und STEINBACH (1979) konnten am Beispiel des gemäßigt-tropischen Klimas Nigerias zeigen, daß Nachkommen importierter Large White und Landrasse-Sauen trotz hoher Temperaturen vergleichsweise keine schlechteren Fruchtbarkeitsergebnisse zeigten. Schwankungen beruhen hauptsächlich auf Änderungen der Luftfeuchtigkeit und der Lichtperiode. Konzeptionsrate, Abferkelintervalle und Absetz-Belegintervalle, alle bezogen auf den Deckmonat, verlaufen parallel mit der Tageslichtlänge. Die schlechtesten Ergebnisse wurden in der Regenzeit mit relativ hoher Luftfeuchtigkeit erzielt.

MAUSOLF und HORST (1984) untersuchten die Auswirkungen saisonaler Hitzebelastung auf die Reproduktionsleistung von Schweinen im subtropischen Klima Südafrikas. Die Trächtigkeitsrate sank während der heißen Jahreszeit (durchschnittlich 35°C) um 4 %, die Absetz-Belegintervalle wurden länger, die Wurfgrößen zeigten jedoch keine signifikanten Unterschiede.

2.9.5 Einfluß der Jahreszeit auf die Fortpflanzungsaktivität beim Eber

Gelegentliche Fruchtbarkeitsdepressionen beim Hausschwein im Sommer, die auf "Hitzestreß" zurückgeführt wurden, waren für SCHOPPER et al. (1983) der Anlaß, die endokrine Hodenfunktion von Haus- und Wildschweinebern im Jahresverlauf zu vergleichen. Samenplasma-Testosteron-Konzentrationen von einem Keller wurden mit denen von Besamungsebern verglichen. Die Testosteronkonzentrationen erreichten neben einem kleineren Gipfel im Frühjahr in beiden Fällen Höchstwerte im Oktober/November, entsprechend der Rauschezeit des Wildschweines. Sie liegen mit über 1 ng/ml 10 mal höher als die Minimalwerte im März/April, beim Besamungseber auch im Juli/August. Analog ist die Libido beim Besamungseber von Juli bis September herabgesetzt, beim Keiler ist sie sogar mit einer Sprungpause in diesem Zeitraum verbunden. Die Gesamtspermienproduktion ist beim Besamungseber im Sommer erniedrigt, beim Keiler saisonal nicht eindeutig unterschiedlich.

Durch ein Kunstlichtregime, das im Winter Langtagverhältnisse und im Sommer Kurztagverhältnisse simulierte, konnten bei Besamungsebern die Ergebnisse unter Naturlichtbedingungen umgekehrt werden (CLAUS et al., 1983, 1984).

Bei Sauen als auch Ebern scheinen damit die schlechtesten Fruchtbarkeitsergebnisse in den Sommerzeitraum zu fallen. Neben einem kleinen Frühjahrs optimum scheint sich die Fruchtbarkeitssituation im Spätherbst mit abnehmenden Tageslichtlängen deutlich zu verbessern.

2.10 Die Bedeutung der Umgebungstemperatur für die Fruchtbarkeit beim Schwein

Die Temperatur als Klimafaktor wird auch für Einflüsse auf Leistung und Gesundheit der Tiere verantwortlich gemacht. Bei fast allen Haltungsvorfahren sind bestimmte Klimafaktoren, wie z.B. Schadgaskonzentrationen oder relative Luftfeuchtigkeit, durch ein gutes Lüftungssystem zu beherrschen. Die Stalltemperatur kann jedoch bei extremen Situationen (Hitze, Kälte) zu einem produktionsbegrenzenden Faktor werden. Die meisten landwirtschaftlichen Nutztiere verfügen über eine relativ große thermoregulatorische Toleranz. So können z.B. Mastschweine von 35–60 kg Körpergewicht in Klimastalluntersuchungen bei 35°C Umgebungstemperatur noch 1000 und mehr Gramm pro Tier und Tag zunehmen, vorausgesetzt die anderen Haltungsbedingungen sind optimal (Einzelhaltung, gute Wärmeableitung, Selbsttränken). Für Zucht- und Mastschweine werden die Grenzen des produktiven Temperaturbereichs unterhalb 5° und oberhalb 28°C angegeben (STOLPE, 1981). Die experimentell ermittelten optimalen Umgebungstemperaturen beim Schwein liegen nach POPZOPKO (1984) bei einem Alter von 4 Monaten und 20 kg Körpergewicht zwischen 17°C und 26°C, ab einem Alter von 6,5 Monaten und 60 kg Körpergewicht zwischen 14°C und 23°C.

Die Folgen von extrem hohen Umgebungstemperaturen wurden u.a. bei Ebern in Klimakammerversuchen untersucht und deren Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit beim weiblichen Schwein beobachtet: WETTEMANN et al. (1980) untersuchten die Spermaqualität über einen Versuchszeitraum von 11 Wochen bei 34,5°C für 8 Stunden (Gruppe 1), 31°C für 16 Stunden (Gruppe 2) und einer Kontrollgruppe bei 23°C ganztägig. Während das Ejakulatvolumen anscheinend nicht beeinträchtigt wurde, waren der Prozentsatz beweglicher Spermien und die Spermienanzahl in den Versuchsgruppen 1 und 2 signifikant niedriger. Erst 5 Wochen nach Beendigung des Versuchs normalisierten sich die Werte. Nur 59 % der von diesen Ebern gedeckten Jungsauen waren tragend gegenüber 82 % der Kontrollgruppe. Als Nebenbefund wurde eine erhöhte Körpertemperatur und Respirationsrate festgestellt.

EINARSSON und LARSSON (1982) vermuten die Ursache für Fruchtbarkeitsstörungen weniger in der Höhe, als vielmehr in der Dauer der Temperatureinwirkungen: In Gruppe 2 (35°C/40 % Luftfeuchtigkeit und 24 Stunden Versuchsdauer) war die morphologische Beschaffenheit des Spermas nur geringfügig schlechter als in Gruppe 1 (20°C/60–70 %

Luftfeuchtigkeit, Kontrollgruppe). In Gruppe 3 (35°C/40 % Luftfeuchtigkeit, 100 Stunden Versuchsdauer) waren die Ergebnisse signifikant schlechter als in Gruppe 1 und 2. Das Maximum wurde 3-4 Wochen nach Beendigung des Hitzestresses erreicht.

In einem anderen Versuch verglich WETTEMANN (1980) eine Gruppe von Ebern während des Zeitraums Mai bis Oktober (28°C - 40 °C) ohne (Grp 1) und mit Möglichkeit zur Wasserberieselung (Grp 2) und eine Gruppe im klimatisierten Stall bei konstant 23°C (Kontrollgruppe): Die Respirationsrate stieg im August in der Gruppe 1 deutlich an. Die Samenqualität war ebenfalls reduziert. Kontrollgruppe und Gruppe 2 hatten vergleichbare Werte. Die Trächtigkeitsrate für die im Monat August gedeckten Jungsauen betrug für Gruppe 1 44,1 %, Gruppe 2 63,9 % und Gruppe 3 67,8 % ($p < 0,05$). Die Wurfgrößen unterschieden sich nicht.

Unter natürlichen Voraussetzungen werden saisonale Fruchtbarkeitsunterschiede durch zirkaannuale Klimaschwankungen verursacht. Aus kanadischen Informationen wird ein Absinken der Konzeptionsrate um 10 % auf die hohen Temperaturen während der Sommerzeit zurückgeführt (Anon. 1977). TOMES und NIELSEN (1979) und LUTTER und HÜHN (1980) sehen einen ähnlichen jahreszeitlichen Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur und Fruchtbarkeitsstörungen.

Für KEINDORF und PLESCHER (1981) besteht eine eindeutige negative Korrelation zwischen Trächtigkeitsrate und durchschnittlichen Monatshöchsttemperaturen: Über 20°C fiel die Trächtigkeitsrate im Folgemonat deutlich unter den Jahresdurchschnitt. Ähnliches gilt für die Abferkelrate. Über 15°C verringerte sich die Zahl der gesamtgeborenen Ferkel, unter 15°C stieg sie wieder an. Die niedrigsten Wurfgrößen wurden auf die Anpaarungsmonate Juli, August und September bezogen.

HENDEL und ELZE (1984) haben in drei großen Schweinezuchtbetrieben die Fruchtbarkeitsergebnisse von 13.469 erstbesamten Jungsauen und 22.402 erstbesamten Altsauen in Abhängigkeit vom Besamungsmonat und der Außentemperatur ausgewertet. Die Trächtigkeitsraten und Wurfgrößen waren in den Besamungsmonaten Juni und Juli mit Ausnahme eines Betriebes signifikant niedriger als im übrigen Zeitraum. Über einer durchschnittlichen Monatstemperatur von 18°C (im Juli) nehmen Wurfgrößen und Trächtigkeitsraten signifikant ab. Die Autoren sahen die Ursache in einer durch Hyperthermie bedingten überdurchschnittlichen Kreislaufbelastung.

MEHLHORN (1979) führt eine mangelnde Libido und Samenqualität beim Eber auf Hitzestreß zurück, wie er in den Hochsommermonaten bei Temperaturen von über 30°C auch in unseren Breiten vorkommen kann. Beim weiblichen Schwein sind dann verzögerte Brunst, gehäuft Anöstrie und erhöhte Umrauschquoten zu beobachten. Die Befruchtungsrate wird dagegen nur geringfügig beeinflusst. Postkonzeptionell kann es jedoch durch Hitzestreß zu einer Störung der Implantation und damit zum frühembryonalen Fruchttod kommen. Daraus resultiert eine verminderte Anzahl lebendgeborener Ferkel.

HURTGEN et al. (1980) bestätigen diesen Trend für die Parameter Befruchtungsrate, Embryonalentwicklung, Brunstverhalten und Samenqualität. Diese Probleme treten aber sowohl in geschlossener Stallhaltung mit Kühlsystem (Klimaanlage oder Wasserberieselung von Juni bis September bzw. über 24°C) als auch in der Freilandhaltung ohne entsprechende Klimatisierung auf.

EGBUNKE und STEINBACH (1979) konnten, wie bereits erwähnt wurde, zeigen, daß hohe Temperaturen in extremen Klimazonen die Fertilitätsergebnisse von importierten Rassen im Vergleich zu gemäßigten Klimazonen nicht reduzieren.

Zusammenfassend scheinen also nur extrem hohe Außentemperaturen in Verbindung mit einer langen Einwirkungsdauer Fortpflanzungsstörungen zu verursachen. Derartige Bedingungen (Hitzestreß) könnten in Ställen unserer Klimazone nur in den Hochsommermonaten Bedeutung erlangen.

2.11 Die Bedeutung der Haltungsform für die Fruchtbarkeit beim Schwein

Erst seit einigen Jahren wird die Einrichtung von Deckzentren in der Schweinezucht empfohlen. Über Haltungsvarianten in diesen Deckställen gibt es daher nur wenige Erfahrungen.

Ursprünglich sind die Wildformen unserer Hausschweine Herdentiere. Die modernen, auf Leistung orientierten Haltungsverfahren schränken aber die sozialen Bedürfnisse der Schweine ein. Die Förderung solcher sozialen Kontakte durch räumliche Konzentration von Sauen und Ebern in Deckställen führt zur gegenseitigen geschlechtlichen Stimulation. Umweltreize wie Anblick, Lautäußerungen, Geruchsreize (Pheromone) und Berührungen setzen neurohormonale Reaktionen in Gang (SMIDT, 1979; HOOGERBRUGGE et al., 1981).

Auf die Fortpflanzungsaktivität bezogen, wird von einem Deckzentrum eine Verkürzung der Zwischenwurfzeit aufgrund eines schnelleren Brunsteintrittes, einer höheren Trächtigkeitsrate, einer besseren Erkennung rauschender bzw. umrauschender Sauen und eine gewisse Erhöhung der Wurfgröße durch eine günstige Beeinflussung der Ovulations- und Befruchtungsrate erwartet. Nach SMIDT (1979) werden in Eroszentern bis zu 1,2 Ferkel mehr als bei der unkontrollierten Bedeckung und 0,4 bis 0,5 Ferkel mehr als im Gesamtdurchschnitt erzielt.

Nach HÖGES (1984) wird durch Verkürzung der Wurfabstände, die durch Kontaktmöglichkeit im Deckzentrum günstig beeinflusst wird, eine größere Zahl aufgezogener Ferkel erreicht als unter der konventionellen Bedeckungspraxis.

In den Deckzentren werden überwiegend zwei Haltungsverfahren angetroffen: Gruppenhaltung oder Einzelhaltung, jeweils auf planbefestigten Böden mit Einstreu oder auf perforierten Böden ohne Einstreu.

Einstreu kommt dem Aktionsbedürfnis der Tiere wesentlich entgegen. Es werden weniger Untugenden wie Knabbern an Gegenständen oder Stangenbeißen beobachtet. Außerdem ermöglicht Stroh eine bessere Wärmeregulation beim Schwein (SCHLICHTING et al., 1981; HÖGES, 1984).

Aus den Ferkelerzeugerberichten der vergangenen Jahre kann man entnehmen, daß durch Gruppenhaltung im Durchschnitt 0,1 - 0,2 Würfe pro Jahr mehr erzielt werden als durch Einzelhaltung (Anon. 1982; Anon. 1983). FIEDLER (1984) findet Gruppenbuchten mit Selbstfangvorrichtung und minimal 1,5 m² Lauffläche je Sau vorteilhafter als einzeln festgelegte Sauen. Nach HÖGES (1984) scheidet eine vollkommen bewegungsarme Anbindung von Sauen im Deckzentrum aus. Kastenstände sind nur dann zu empfehlen, wenn zeitweise Auslauf auf Laufflächen im Stall oder außerhalb möglich ist.

Nach den Untersuchungen von HOOGERBRUGGE et al. (1981) sind in der Gruppenhaltung das Absetz-Belegintervall kürzer, der Prozentsatz der gedeckten Sauen bis zum 10. Tag nach dem Absetzen höher und der Prozentsatz der hormonell stimulierten Sauen signifikant niedriger als bei der Einzelhaltung. Eberkontakt wirkt sich bei beiden Gruppen positiv aus. Die Deckfrequenz in der Einzelhaltung ohne Eberkontakt ist dagegen signifikant niedriger als in der Gruppenhaltung mit Eberkontakt.

TUINTE (1983) hat den Einfluß der Aufstallungsform auf Brunst und Güstzeit am Beispiel von drei verschiedenen Haltungsgruppen untersucht: Gruppe 1 - Einzelhaltung in Freß-Liegeboxen auf Betonspalten ohne Auslauf. Gruppe 2 - Einzelhaltung wie Gruppe 1, jedoch mit Auslaufmöglichkeit während des Tages. Gruppe 3 - Gruppenhaltung mit Einstreu. Der Anteil der innerhalb von 21 Tagen rauschenden Sauen betrug für die Gruppen 1, 2 und 3 76 %, 85 % resp. 82 %. Das Absetz-Belegintervall und die Anzahl der Hormonbehandlungen nach 21 Tagen waren in Gruppe 2 am geringsten.

Am deutlichsten unterschieden sich in allen Kriterien die Gruppen 1 und 2. Zwischen Gruppe 2 und 3 waren die Unterschiede nur geringfügig. Die Einzelhaltung ohne Auslauf (Grp. 1) war in allen Punkten am schlechtesten.

Niederländische Untersuchungen (Anon. 1983) kamen zu gegenteiligen Ergebnissen für die Absetz-Belegintervalle: In der Einzelhaltung mit zweimaligem Auslauf nach draußen für 1 1/2 Stunden sind die Intervalle kürzer als in der Gruppenhaltung mit ständiger Auslaufmöglichkeit nach draußen. Die Ursache wird darin gesehen, daß in der Gruppenhaltung mehr Streit unter den Tieren herrscht und die Rauschekontrolle

erschwert ist. BRAKE und ARTS (1982) konnten keine signifikanten Unterschiede im Absetz-Östrusintervall, der Konzeptionsrate oder der Wurfgröße, bezogen auf den Haltungstyp, erkennen.

Die Belegung von Sauen in Deckzentren in Verbindung mit der Möglichkeit zur Bewegung und Eberkontakt sowie der Haltung auf Stroh wird im Interesse einer allgemeinen und geschlechtlichen Aktivitätssteigerung positiv hervorgehoben.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methoden

Die eigenen Untersuchungen wurden im Rahmen einer tierärztlichen Betreuungstätigkeit für eine Schweinezuchtorganisation in 33 geschlossenen Zuchtbetrieben mit Verbreitung im Nord-Westdeutschen Raum in den Jahren 1982/83 durchgeführt. Alle Betriebe gehören der Vermehrungsstufe eines Hybridzuchtprogramms an und unterliegen sowohl einer zentral gelenkten landwirtschaftlichen Beratung als auch tierärztlichen Betreuung. Die Bestandsgrößen schwanken, mit geringen Verschiebungen in den einzelnen Jahren, zwischen 60 und 180 Zuchtsauen je Betrieb.

Die erforderlichen Lichtmessungen und Bestandsaufnahmen erfolgten im Rahmen der regulären tierärztlichen Besuche. Die Erfassung der Fruchtbarkeitsparameter beginnt rückwirkend mit dem Jahr 1980 und reicht bis Mitte 1983. Nur solche Betriebe wurden in die Auswertung einbezogen, die in diesem Zeitraum keine baulichen Veränderungen erfahren haben, so daß die gemessenen Lichtverhältnisse für die gesamte Beobachtungszeit Gültigkeit hatten.

Künstliche Beleuchtungsregime werden in keinem Betrieb angewendet. Elektrisches Licht wird überwiegend nur in der dunkleren Jahreshälfte für kurze Zeit (Fütterung, Entmistung etc.) ein- und ausgeschaltet. Die erreichten Beleuchtungsstärken lagen im Mittel unter 100 Lx.

Eingriffe in das Fertilitätsgeschehen durch hormonelle Stimulation kommen nur sporadisch vor.

Alle Betriebe verfügen über die Einrichtung von Deckställen (Eroszentern oder Deckzentren). Die Belegung der Sauen erfolgt überwiegend im Natursprung. Bei Gruppenhaltung oder Einzelhaltung mit Auslaufmöglichkeit besteht direkter Eberkontakt. In feststehender Einzelhaltung besteht die Kontaktmöglichkeit zwischen Sauen und Eber über einen kurzzeitigen täglichen Auslauf auf dem Mistgang.

Die Messungen zur Bestimmung der Lichtintensität wurden in diesen Deckzentren durchgeführt.

Folgende Leistungsmerkmale konnten an Hand der Zuchtunterlagen ausgewertet werden: Anzahl der gesamt geborenen Ferkel von Alt- und Jungsauen, Absetz-Belegintervall, Erstbedeckungsalter der Jungsauen, Umrauschquote und Ausfallquote wegen Unfruchtbarkeit.

Über den genannten Zeitraum wurden die Rohdaten von 10.084 Sauen-Bedeckungen betriebsweise erfaßt und für die jahreszeitliche Betrachtung nach Monaten geordnet.

Die Daten der Wurfgrößen und Umrauschquoten aus 3 Beständen, die in einer Vorauswertung enthalten waren (LAHRMANN u. PLONAIT, 1984) mußten ausgeschlossen werden, nachdem sich erwiesen hatte, daß die EDV-Zuchtbuchführung dieser Betriebe fehlerhaft war.

Trotz vergleichbaren Tiermaterials, Züchtungsmanagements und bekannter Haltungssysteme ist der Vergleich einzelner Betriebe untereinander mit der Problematik einer Vielzahl von betriebsspezifischen Einflußfaktoren behaftet und erfordert daher eine Einteilung der Betriebe in vergleichbare Gruppen:

Die Bedeutung der Lichtintensität wurde direkt durch den Vergleich einer "dunklen" und einer "hellen" Betriebsgruppe für alle Betriebe, für die Betriebe mit unterschiedlicher Haltungsform und für die einzelnen Jahresabschnitte untersucht.

Eine indirekte Intensitätsunterscheidung ergab sich durch den Vergleich der unterschiedlichen Fensterrichtungen einzelner Deckzentren. Dazu wurden die Betriebe in zwei Untergruppen mit möglicher Sonnenbestrahlung durch die Fenster (Ost-Südost-Süd- und Süd-Südwest-West-Lage) und eine Gruppe mit überwiegender Schattenlage (Nordwest-Nord-Nordost) eingeteilt.

Als weiteres indirektes Merkmal der Beleuchtungsintensität wurde die Aufstallung der Tiere zum Fenster oder zur Wand (der Fenster abgewandten Seite) berücksichtigt.

Die bereits erwähnte Unterscheidung bestimmter Haltungsformen im Deckzentrum berücksichtigt im wesentlichen zwei Typen:

1. Die "konventionelle Aufstallung" mit planbefestigten Böden und Einstreu in Einzel- oder Gruppenhaltung.
2. Die "intensive Haltung" ohne Einstreu auf perforierten Böden (Beton-Voll- bzw. Teilspaltenböden oder Gußroste) in Einzel- oder Gruppenhaltung oder Einzelhaltung mit Schultergurtanbindung.

Eine Unterscheidung in Einzel- oder Gruppenhaltung ist ebenfalls möglich, sofern dies für bestimmte Parameter von Bedeutung ist. Von den 12 intensiv geführten Betrieben gewährten 6 Betriebe Gruppenhaltung bis zum Belegen.

Die klimatologischen Daten wurden vom Meteorologischen Institut der Freien Universität Berlin bereitgestellt und sind über einen Zeitraum von zehn Jahren erfaßte Monatsmittel, die in ihrer tendenziellen Ausprägung auch für den nordwestdeutschen Raum zutreffen (persönl. Mitteilung Prof. Lindenbein, 1983). Als Klimafaktoren stehen monatliche Durchschnittswerte für die Tageslichtlänge, Lichtintensität und Temperatur zur Verfügung.

Für die saisonale Betrachtung wurden die ermittelten Daten nach Jahresabschnitten mit ähnlicher Tageslichtlänge, Lichtintensität und Temperatur zusammengefaßt. Daraus ergaben sich die Zeiträume November bis Januar, Februar bis April, Mai bis Juli und August bis Oktober (Tab. 8).

3.2 Herkunft der einzelnen Parameter

Die Wurfgrößen der Altsauen und Jungsauen wurden den Aufzuchtmeldungen entnommen und den jeweiligen Abferkelmonaten zugeordnet. Als zuverlässige Größe wurde die Anzahl der gesamt geborenen Ferkel (einschließlich Totgeburten) registriert. Zur Berechnung des Erstbedeckungsalters der Jungsauen wurden die Kaufbescheinigungen, bzw. bei Eigenremontierung die Aufzuchtmeldungen, und die Bedeckungsmeldungen ausgewertet. Aus den Geburts- und Bedeckungsdaten wurde das Alter der Tiere in Tagen berechnet. Die Zuordnung nach Monaten bezieht sich auf den Erstbedeckungszeitraum. Der überwiegende Teil der Jungsauen stammt aus Zukäufen und wird in der Regel bei der auf die Transportrausche folgenden Brunst belegt.

Das Absetz-Belegintervall konnte nicht direkt den Zuchtunterlagen entnommen werden. Die Möglichkeit, das Absetzdatum zu registrieren, war in den Formblättern der Zuchtorganisation nicht vorgesehen. Aus den Bedeckungs- und Aufzuchtmeldungen konnte jedoch der Zeitraum zwischen Abferkelung und nächster Belegung errechnet werden. Diese Bezugsgröße ist zwar nur bei bekannter Säugedauer aussagekräftig. Durch Abzug der betriebsspezifischen Absetzzeiten errechnet sich das Absetz-Belegintervall in Tagen annähernd genau. Gelegentlich dadurch auftretende Null- oder Minuswerte wurden aus statistischen Erwägungen gleich eins gesetzt.

Die Umrauschquote spiegelt den prozentualen Anteil der umrauschenden Sauen, bezogen auf die Gesamtzahl der Belegungen in einem Monat wieder. Die Zuordnung nach Monaten wurde auf den Umrauschtermin, d.h. den Zeitraum der zweiten Belegung nach dem Absetzen, bezogen. Durch gleichzeitige Kontrolle der Aufzuchtmeldungen konnte bei verdächtig langen Umrauschintervallen eine zwischenzeitliche Trächtigkeit ausgeschlossen werden.

Die Ausfallquote vermittelt den prozentualen Anteil der Sauen, die wegen "Unfruchtbarkeit" ausgemerzt wurden, bezogen auf die Zahl der Belegungen in dem betreffenden Abgangsmonat. Unter diesen Parameter fallen überwiegend Tiere, die trotz wiederholter Bemühungen nicht mehr tragend wurden, nicht jedoch Tiere, die unter den Begriff "Zuchtuntauglichkeit" fallen. In dieser Beziehung schienen durch Verwechslung und Unkenntnis bedingte Fehleintragungen in mehreren Betrieben vorzuliegen, so daß für dieses Merkmal nur die Aufzeichnungen in 8 Betrieben als zuverlässig angesehen werden konnten.

3.3 Messung der Lichtintensität

Maßeinheit für die Intensität oder Beleuchtungsstärke des Lichtes ist das Lux (Lx). Die Angaben "Lumen pro m²" oder "metercandle" im englischsprachigem Schrifttum sind identisch.

Nach dem DIN Normblatt 5034 des Verbandes Deutscher Ingenieure (VDI) (Anon. 1983) muß bei einwandfreien Messungen mit physikalischen Photometern das Licht gemäß der Augenempfindlichkeit des menschlichen Auges, d.h. nach der international vereinbarten Spektralempfindlichkeitskurve $V(\lambda)$ des helladaptierten Auges, und schräg auf die horizontal zu haltende Photozelle einfallendes Licht cosinusgetreu bewertet werden. Das für die Messungen verwendete "Mavolux Elektronik Luxmeter" (GOSSEN GmbH, Erlangen) genügt diesen Anforderungen. Es umfaßt einen Meßbereich von 0 bis 60 000 Lx.

Ein indirektes Maß für die Beleuchtungsstärke in einem Innenraum ist der Tageslichtquotient (D). Er wird definiert als das Verhältnis von Beleuchtungsstärke innen (I) zur Beleuchtungsstärke außen (A) und in Prozent angegeben:

$$D = \frac{I \text{ (Lx)}}{A \text{ (Lx)}} \cdot 100 (\%)$$

Bei Tageslichtmessungen in schon fertiggestellten Räumen ist dieser Quotient nach DIN 5034 in jedem Raumpunkt eine konstante Größe, vorausgesetzt, der Quotient ist das Ergebnis von Messungen bei bedecktem Himmel. Eine weitere Bedingung ist die horizontale Stellung der Photozelle am Meßpunkt (im Innenraum in 0,85 m Höhe und 1,0 m Abstand von beiden Seitenwänden; im Freien unter dem gleichmäßig und vollständig bedeckten Himmelsgewölbe und oberhalb sämtlicher Lichthindernisse).

Für eine objektive vergleichende Betrachtung der Tageslichtquotienten der verschiedenen Deckzentren fanden daher nur solche Meßwerte Verwendung, die bei bedecktem Himmel ermittelt wurden. Lichtmessungen wurden aber auch aus Unterscheidungs- und Diskussionsgründen bei "sonnigem" Wetter durchgeführt.

Abweichend von DIN 5034 wurde die Horizontalbeleuchtungsstärke im Innenraum in Kopf-Augenhöhe der Tiere gemessen. Im Aufenthaltsbereich der Schweine wurde an möglichst vielen gleichmäßig im Raum verteilten und feststehenden Punkten gemessen.

Aus den Einzelmeßwerten wurde das geometrische Mittel berechnet und in Beziehung zur gleichzeitig gemessenen Außenlichtstärke der Tageslichtquotient errechnet. Aus dem Mittel mehrerer Tageslichtquotienten bei bedecktem Wetter ergibt sich dann der endgültige Wert. Diese Maßzahl ermöglicht eine Einteilung der Deckzentren nach ihrer zu erwartenden Intensität unter Naturlichtbedingungen.

3.4 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung in dieser Arbeit hat zum Ziel, die Bedeutung der Lichtintensität in Deckzentren unter verschiedenen Umweltbedingungen, die Bedeutung der Jahreszeit unter Einbeziehung verschiedener Klimafaktoren und die Bedeutung unterschiedlicher Haltungsvorfahren für die Fruchtbarkeit beim weiblichen Zuchtschwein zu untersuchen.

Die gewichteten Monatsmittel einzelner Fruchtbarkeitsparameter eines jeden Betriebes sind Bestandteil der zum Vergleich gebildeten Gruppen:

Grundlage für die Beurteilung der Lichtintensität ist der Vergleich dunkler und heller Deckzentren insgesamt, getrennt nach unterschiedlichen Haltungsvorfahren oder Jahresabschnitten bzw. der Vergleich verschiedener Fensterrichtungen der Deckzentren oder verschiedener Aufstellungsrichtungen der Sauen in diesen Deckzentren. Grundlage für die Beurteilung saisonaler Einflüsse ist der Vergleich einzelner Monate in jedem Jahr oder als Zusammenfassung über mehrere Jahre bzw. der Vergleich verschiedener Jahresabschnitte als Zusammenfassung über mehrere Jahre.

Die Beurteilung von Haltungseinflüssen beruht auf der Gegenüberstellung intensiv oder konventionell geführter Deckzentren.

Die statistische Bearbeitung erfolgte am Biometrischen Institut des Fachbereichs Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin. Die Eingabe der Rohdaten und die Auswertung wurde auf einer CYBER 835 mit dem Programmsystem SPSS 9 durchgeführt (BEUTEL und SCHUBÖ, 1983).

Die Absatz-Belegintervalle wurden wegen ihrer physiologisch großen Spannweite (21 tägiger Zyklus, schiefe Verteilung) logarithmiert, die Umrausch- und Ausfallquoten aus varianzanalytischen Erwägungen ebenfalls transformiert (s.u.).

Mit Hilfe der beschreibenden Statistik wurde zunächst der Typ der Häufigkeitsverteilung der jeweiligen Fruchtbarkeitsparameter untersucht, die Verteilung der einzelnen Vergleichsgruppen durch ihre relative Häufigkeit bestimmt und deren Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet.

Zur Prüfung der Mittelwerte wurde die einfaktorielle Varianzanalyse angewendet, die untersucht, ob die vorhandene Streuung auf Gruppenunterschiede oder Zufall zurückzuführen ist. Falls die Varianzanalyse zu signifikanten Befunden geführt hat, wurde durch den Scheffé -Test geprüft, welche Gruppen sich unterscheiden. Als

Rechenmodell für die einfache Varianzanalyse wurde die Gleichung $X_{ij} = \mu + T_i + r_{ij}$ angewendet, wobei X_{ij} Variable, μ Mittelwert, T Behandlungs- oder Gruppeneffekt und r_{ij} Zufallseffekt bedeutet. Voraussetzung ist, daß r_{ij} normalverteilt ist, den Mittelwert Null und die Varianz σ^2 hat: $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

Die Varianzanalyse setzt allgemein voraus, daß die zu untersuchenden Parameter normalverteilt sind. Für die Umrausch- und Ausfallquoten (%) in dieser Erhebung ergeben sich jedoch schiefe Häufigkeitsverteilungen (Abb. 2a, 7a). Eine Normalverteilung erhält man nur, wenn die Mittelwerte relativer Häufigkeiten zur Stabilisierung der Varianz transformiert werden. Die Daten dieser Parameter wurden daher in die Winkeltransformation umgerechnet (Arcus-Sinus-Transformation).

Unter den gleichen Bedingungen wurde durch Regressions- und Korrelationsanalyse geprüft, ob eine Abhängigkeit zwischen zwei Merkmalen - in dieser Untersuchung zwischen Tageslichtquotienten und Fruchtbarkeitsparametern - besteht. Als Rechenmodell diente die Gleichung $Y_i = \gamma + \beta (X_i - \bar{X}) + r_i$, wobei Y und X Variable, γ Konstante, β Steigung der Regressionsgeraden und r Zufallsvariable bedeutet unter der Bedingung $r_i \sim N(0, \sigma^2)$ (CAMPBELL, 1971 und SACHS, 1983).

Aussagekräftige Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen oder Abhängigkeiten zwischen zwei Merkmalen wurden im Ergebnisteil oberhalb einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von $p < 0,001$ mit *** hervorgehoben und graphisch dargestellt.

4. ERGEBNISSE

4.1 Tageslichtquotienten der einzelnen Deckzentren

In Tabelle 1a und 1b sind die Ergebnisse der Intensitätsmessungen in den einzelnen Deckzentren zusammengefaßt (Abb. 1). Die fortlaufende Numerierung der Betriebe folgt den bei bedecktem Himmel ermittelten steigenden Tageslichtquotienten (Tab. 1a). Eine veränderte Reihenfolge ergibt sich für die Haltung der Jungsauen, weil diese teilweise in gesonderten Deckställen untergebracht sind (Tab. 1b).

Die durchschnittlichen Tageslichtquotienten bei bedecktem Himmel unterscheiden sich um mehrere Zehnerpotenzen: Zwischen Betrieb 1 und Betrieb 33 beträgt der Faktor sogar 1000. Die Grenze zwischen "hellen und dunklen Deckzentren" wurde bei einem Tageslichtquotienten von 0,1 % festgesetzt und teilt die Betriebe in zwei etwa gleich große Gruppen. Die helle und die dunkle Betriebsgruppe unterscheiden sich im Mittel um den Faktor 10.

Die Angabe der Variationsbreite (Differenz zwischen größtem und kleinstem Meßwert) dokumentiert die Fehlermöglichkeiten der Lichtmessungen auch bei bedecktem Wetter (Tab. 1a, Abb. 1). Bei fehlender Angabe erfolgte nur eine Messung bei bedecktem Wetter.

In Tabelle 1a sind deshalb auch die Tageslichtquotienten bei Sonnenschein aufgeführt. Die Ergebnisse unterscheiden sich um ein Vielfaches oder einen Bruchteil von den Resultaten bei bedecktem Wetter und unterliegen selbst in demselben Stall großen Schwankungen je nach dem Sonnenstand (Uhrzeit) und der Lage des Deckzentrums. Wo keine Tageslichtquotienten bei Sonne angegeben sind, liegen nur Messungen bei bedecktem Himmel vor.

Der Vergleich der Tageslichtquotienten auf der Fenster- und Wandseite in Betrieben mit beidseitiger Aufstallung demonstriert auch bei bedecktem Wetter Intensitätsunterschiede bis zu einem Faktor von 10.

In Tabelle 1a sind auch die Intensitäten bei bedecktem Himmel (20.000 Lx) auf der Grundlage der Tageslichtquotienten aufgeführt. Die Beleuchtungsstärken, die zum Vergleich bei Sonnenschein über 60.000 Lx ermittelt wurden, können bis zu dreimal höher liegen.

Tabelle 1a: Tageslichtquotienten, Beleuchtungsintensität und Haltung in gemeinsamen Deckzentren für Jung- und Altsauen

Deck- Z.	D (%) bedeckt	D (%) Var. breite	D (%) Sonne	D (%) bed. F	W	I (Lx) bedeckt	I (Lx) Sonne	Fenster- richtung	Stellung Fo. W	Haltung k o.i
1	0,001					0,2		NW-N-NO	W	k
2	0,011	0,0005	0,022	0,25	0,07	2,2		O-SO-S		k
3	0,017	0,0020	0,008			3,4		O-SO-S	W	i
4	0,018	0,0037	0,036	0,06	0,007	3,6		O-SO-S		k
5	0,019	0,0067	0,004	0,09	0,009	3,8		S-SW-W		k
6	0,020	0,0020	0,01- 0,03			4,0		NW-N-NO	F	k
7	0,022	0,0050	0,015			4,4		NW-N-NO	W	i
8	0,030		0,016	0,36	0,02	6,0	9,6	O-SO-S		k
9	0,033		0,050	0,76	0,28	6,4		S-SW-W		k
10	0,035	0,0020	0,020			7,0	12,0	O-SO-S	W	k
11	0,035	0,0100				7,0		S-SW-W	W	i
12	0,036		0,02- 0,03			7,2		NN-N-NO		i*
13	0,040		0,021	0,13	0,02	8,0	12,6	NW-N-NO		k
14	0,050		0,06- 0,20			10,0		S-SW-W	W	i
15	0,080	0,0150	0,060			16,0		S-SW-W	F	k
16	0,100	0,0020	0,170			20,0		NW-N-NO	W	k
17	0,120	0,0100	0,060			24,0	36,0	NW-N-NO	W	k
18	0,150			0,59	0,04	30,0		O-SO-S		k
19	0,160	0,0450				32,0		NW-N-NO		i*
20	0,160	0,0060	0,070			32,0		S-SW-W	W	k
21	0,190	0,0400	0,040			38,0		S-SW-W	F	k
22	0,190		0,11- 0,12	1,63	0,05	38,0	66,0	O-SO-S		k
23	0,260	0,0620				52,0		S-SW-W	F	k
24	0,300	0,0100	0,250	0,65	0,11	60,0	150,0	S-SW-W		k
25	0,300		0,18- 0,28	0,84	0,11	60,0	108,0	O-SO-S		k
26	0,350		0,10- 0,15			70,0	90,0	S-SW-W	W	i
27	0,440	0,0200	0,190			88,0	114,0	O-SO-S		i*
28	0,540	0,1220	0,600			108,0		S-SW-W		i*
29	0,550	0,1350	0,250			110,0		S-SW-W		i*
30	0,600		0,38- 0,45			120,0		NW-N-NO		k
31	0,690					138,0		O-SO-S	W	i
32	0,740	0,0300	1,670			148,0		S-SW-W	F	k
33	1,100	0,1660	0,25- 1,30			220,0	750,0	S-SW-W		i*

Tabelle 1b: Tageslichtquotienten und Haltung in Deckzentren
für Jungsauen

Deck- Z.	D (%) bedeckt	Fenster- richtung	Haltung k o. i
1	0,001	NW-N-NO	k
2	0,011	O-SO-S	k
33	0,012	NW-N-NO	i
6	0,020	NW-N-NO	k
7	0,022	NW-N-NO	k
8	0,030	O-SO-S	k
9	0,032	S-SW-W	k
10	0,035	O-SO-S	k
11	0,035	S-SW-W	i
14	0,035	S-SW-W	k
12	0,036	NW-N-NO	i
15	0,080	S-SW-W	k
16	0,085	NW-N-NO	k
4	0,086	O-SO-S	k
22	0,094	O-SO-S	k
17	0,120	NW-N-NO	k
18	0,150	O-SO-S	k
19	0,160	NW-N-NO	i
20	0,160	S-SW-W	k
21	0,190	S-SW-W	k
23	0,260	S-SW-W	k
24	0,300	S-SW-W	k
26	0,350	S-SW-W	k
3	0,430	O-SO-S	k
27	0,440	O-SO-S	i
29	0,550	S-SW-W	i
31	0,690	O-SO-S	k
32	0,740	S-SW-W	k
28	0,870	S-SW-W	k
30	0,900	NW-N-NO	i

Legende zu
Tabelle 1a und 1b:

D: Tageslichtquotient (%)
I: Beleuchtungsintensität
(Lx) im Deckzentrum
F/W: Fenster- oder Wandseite
i: Intensives Haltungsverfahren
*: Gruppenhaltung
k: konventionelles Haltungsverfahren

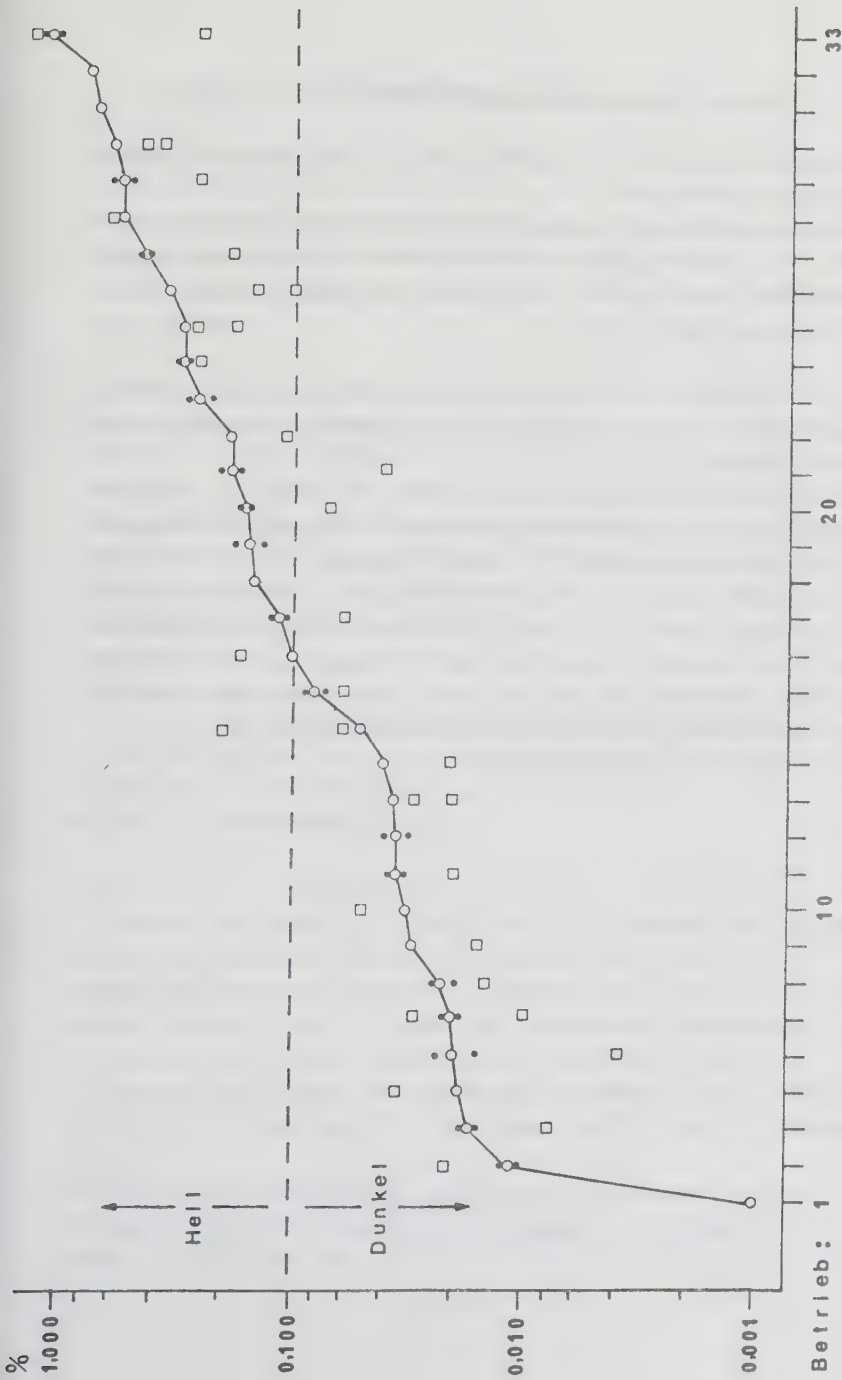


Abbildung 1: Tageslichtquotienten (%) der Deckzentren

4.2 Haltungs- und Lageunterschiede der Deckzentren

In Tabelle 1a und 1b sind die Lage- bzw. Haltungsunterschiede der jeweiligen Deckzentren zusammengefaßt.

21 Betriebe halten die Sauen "konventionell", 12 Betriebe halten die Sauen "intensiv". Von den 12 intensiv geführten Betrieben halten 6 Betriebe ihre Tiere in Gruppenhaltung, während bei den konventionellen Deckzentren alle Sauen einzeln in Freß-Liege-Boxen gehalten werden.

Bei den Jungsauen-Deckzentren beträgt das Verhältnis von konventioneller zu intensiver Haltung 23 zu 7 Betriebe. Die Jungsauen werden grundsätzlich in Gruppen gehalten (Tab. 1b).

Bei den Altsauen-Deckzentren liegen 10 in O-SO-S- (Gruppe 1), 14 in S-SW-W- (Gruppe 2) und 9 in NW-N-NO-Richtung (Gruppe 3). Bei den Jungsauen Deckzentren trifft dies in derselben Reihenfolge für 9, 12 und 9 Deckställe zu (Tab. 1a und 1b).

In 5 Deckzentren sind die Sauen einseitig zur Fensterseite, in 11 Deckzentren einseitig zur Wandseite aufgestellt. In den übrigen Deckställen sind die Tiere beidseitig (zur Fenster- und Wandseite) aufgestellt oder werden in Gruppen gehalten, können sich also beliebig zum Fenster stellen (Tab. 1a). In den Jungsauen-Deckställen erübrigt sich diese Unterscheidung wegen ausschließlicher Gruppenhaltung (Tab. 1b).

4.3 Häufigkeit der umrauschenden Sauen

Die Häufigkeitsverteilung der pro Monat ermittelten Umrauschquoten basiert zur übersichtlichen Darstellung auf einer Klasseneinteilung in Abständen von 5 %. Das Säulendiagramm zeigt einen linkssteilen Verlauf. Beim Vergleich dunkler und heller Deckzentren wird deutlich, daß in den Klassen 0-5 % und 5-10 % die hellen Deckställe häufiger vertreten sind. In den höheren Klassen überwiegen die dunklen Betriebe (Abb. 2a).

In der Tabelle 2 sind die Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der jeweiligen Gruppen zusammengefaßt. Die einzelnen Gruppengrößen unterscheiden sich bezüglich der Betriebsanzahl, Tieranzahl und ihrer relativen Häufigkeit nur unwesentlich. Dies trifft im allgemeinen auch für die anderen Parameter zu. Für die beiden Haltungsformen (intensiv und konventionell) besteht für alle Parameter ein relatives Ungleichgewicht. Bei den Umrauschern beträgt dieses Verhältnis 24,8 zu 75,2 % für die intensive bzw. konventionelle Haltung. Die Mittelwerte und Standardabweichungen sind sowohl in Arcus-Sinus Transformation als auch in Prozent angegeben.

Die Umrauschquote beträgt für die gesamte dunkle Gruppe im Mittel 6,61 %, für die gesamte helle Gruppe 3,94 %. Der Unterschied ist hoch signifikant. Bei der konventionellen Haltung unterscheiden sich die dunkle von der hellen Gruppe mit 7,11 % bzw. 3,57 % ebenfalls hoch signifikant.

Zwischen den Umrauschquoten in Sonnenlage (O-SO-S-Richtung bzw. S-SW-W-Richtung) besteht mit 5,20 % bzw. 3,94 % ebenfalls ein gesicherter Unterschied zur Schattenlage (NW-N-NO-Richtung) mit 7,11 % (Abb. 2c).

Fenster- und wandseitige Aufstallung unterscheiden sich mit 2,86 % und 7,11 % deutlich voneinander (Tab. 2). Zwischen Tageslichtquotienten und Umrauschquoten besteht eine hochsignifikante negative Korrelation von $r = -0,110$ (Tab. 2).

Konventionelle und intensive Haltungsverfahren unterscheiden sich in den hellen Deckzentren mit Umrauschquoten von 3,57 % bzw. 5,65 % ebenfalls hoch signifikant (Tab. 2).

Der generelle Vergleich beider Haltungssysteme liegt in diesem Trend (Abb. 2b).

In allen Jahresabschnitten sind die Umrauschquoten in den hellen Deckzentren tendenziell niedriger (Abb. 2b).

Jahres- und jahreszeitliche Unterschiede bei den Umrauschquoten sind statistisch nicht gesichert (Abb. 8b, 8c). Tendenziell scheint sich jedoch die Fruchtbarkeitssituation im Zeitraum August bis Oktober zu verschlechtern (Abb. 8b, Tab. 2).

Tabelle 2: Umrauschquoten

		Anzahl Betriebe	Umrau- scher	Rel.Häuf. (%)	Umrauschquoten				Bewertung
					arithm. (%) x	s	arc sin $\sqrt{\frac{s}{x}}$	s	
Halftung	total	30	994	100	5,20	5,20	0,23	0,23	
	dunkel (d)	14	470	47,3	6,61	3,94	0,26	0,20	***
	hell (h)	16	524	52,7	3,94	3,21	0,20	0,18	
	i.d	5	100	10,1	5,20	3,57	0,23	0,19	n.s.
	i.h	7	147	14,8	5,65	3,94	0,24	0,20	
	k.d	9	370	37,2	7,11	3,94	0,27	0,20	***
	k.h	9	377	37,9	3,57	3,57	0,19	0,19	
	J ₁ d	14	112	11,3	6,61	3,57	0,26	0,19	n.s.
	J ₁ h	16	129	13,0	3,94	3,94	0,20	0,20	
	J ₂ d	14	131	13,2	6,12	3,94	0,25	0,20	n.s.
	J ₂ h	16	146	14,7	3,57	3,57	0,19	0,19	
	J ₃ d	14	120	12,1	6,61	3,94	0,26	0,20	n.s.
	J ₃ h	16	129	13,0	3,57	3,94	0,19	0,20	
	J ₄ d	14	107	10,8	7,64	4,35	0,28	0,21	n.s.
	J ₄ h	16	120	12,1	4,76	3,94	0,22	0,20	
Fenster- richtung	O-SO-S	9	204	20,5	5,20	3,57	0,23	0,19	***
	S-SW-W	13	501	50,4	3,94	3,94	0,20	0,20	
	NW-N-NO	8	289	29,1	7,11	3,94	0,27	0,20	
	Fenster	5	209	21,0	2,86	3,21	0,17	0,18	***
	Wand	11	373	37,5	7,11	3,94	0,27	0,20	
	i.	12	247	24,8	5,65	3,94	0,24	0,20	***
	K.	18	747	75,2	5,20	3,94	0,23	0,20	
	J ₁	30	241	24,2	5,20	3,94	0,23	0,20	n.s.
	J ₂	30	277	27,9	4,76	3,94	0,22	0,20	
	J ₃	30	249	25,1	4,76	3,94	0,22	0,20	
	J ₄	30	227	22,8	6,12	3,94	0,25	0,20	

Korrelationskoeffizient $r = -0,110$

Legende:

k/I: Konventionelles/Intensives Haltungsverfahren

J₁₋₄: Jahresabschnitt Nov.-Jan. (1), Febr.-Apr. (2), Mai-Juli (3), Aug.-Okt. (4)

n.s.: nicht signifikant

***: $p = 0,001$

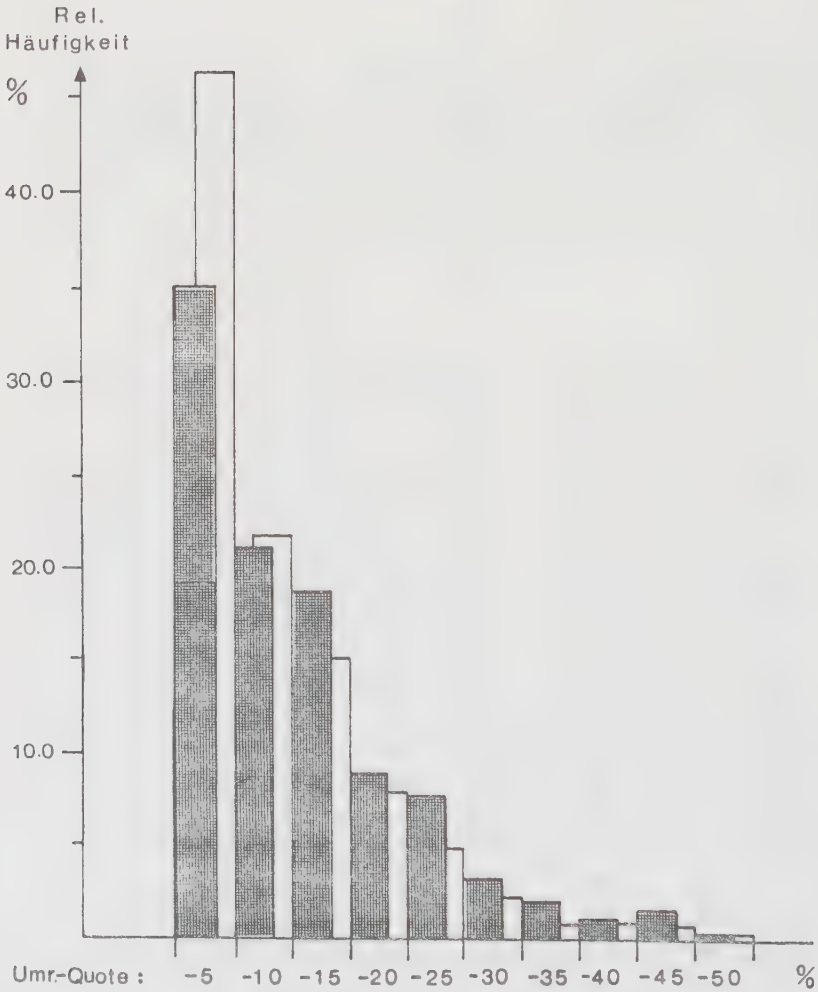
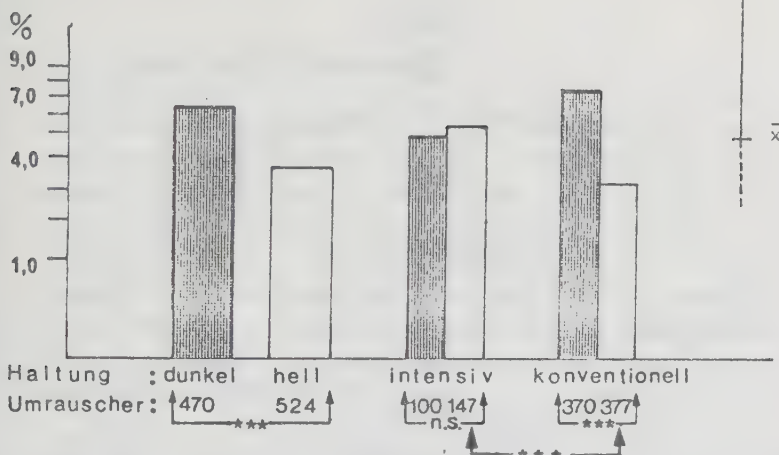


Abbildung 2 a: Häufigkeitsverteilung der Umräuschquoten (%)

■ : Dunkle Deckzentren

□ : Helle Deckzentren

Umrauschquote



Umrauschquote

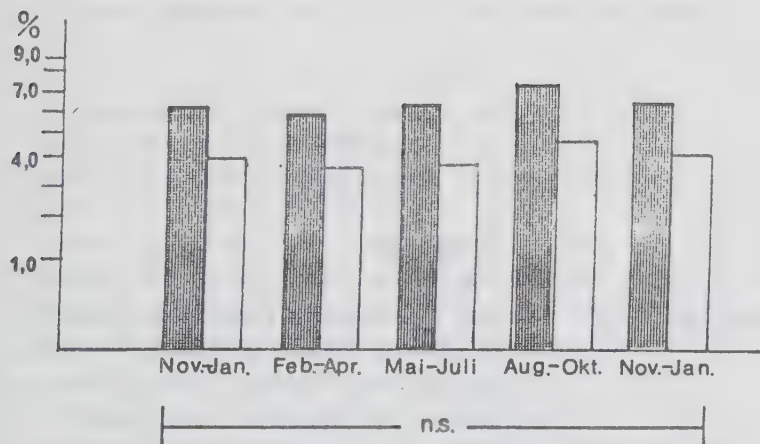


Abbildung 2 b: Umrauschquoten von 944 Umrauschern in 30 Herden.

($\bar{x}$ der arc sin $\sqrt{}$ transformierten Prozentsätze einzelner Herden)

*** : $P < 0.001$

n.s. : nicht signifikant

■ : Dunkle Deckzentren

□ : Helle Deckzentren

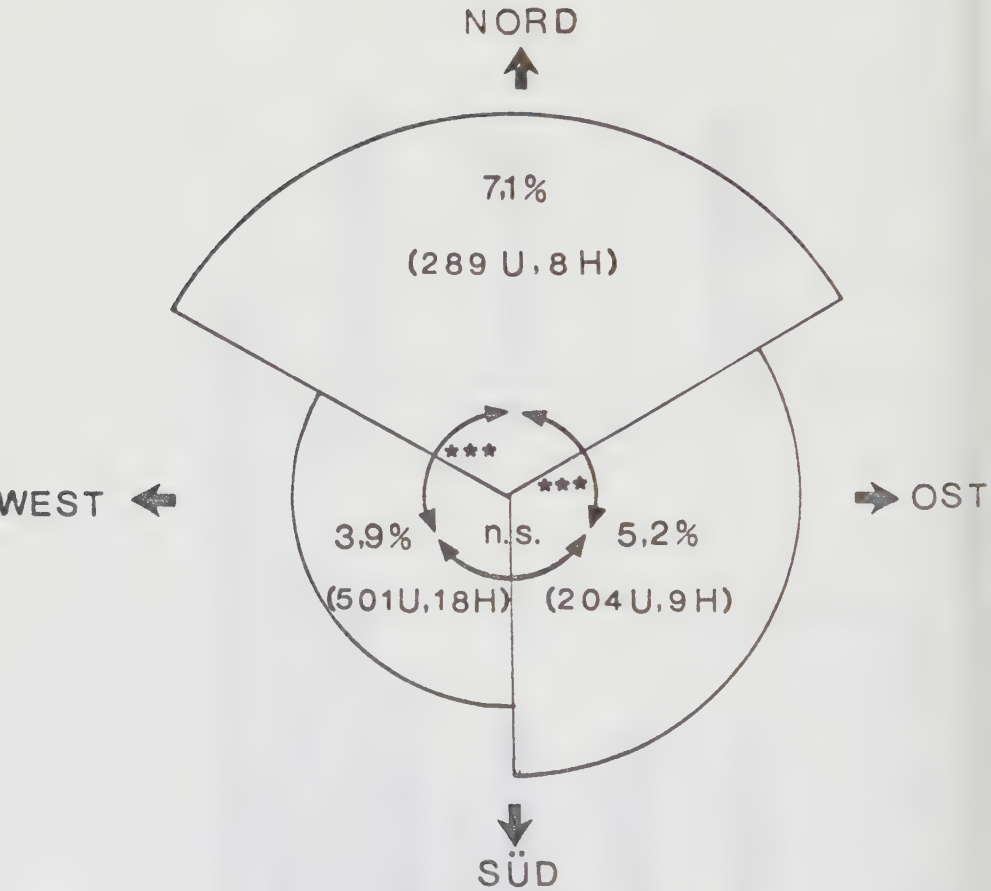


Abbildung 2 c: Einfluß der Fensterrichtung auf die Umrauschquote ($\bar{x}$ der $\arcsin \sqrt{\quad}$ transformierten Prozentsätze einzelner Herden; der Radius der Sektoren entspricht $\bar{x}$).

*** : $P < 0.001$

n. s. : nicht signifikant

U, H : Anzahl der Umrauscher, Herden

4.4 Dauer der Absetz-Belegintervalle

Die Verteilung der in Klassen eingeteilten logarithmierten Absetz-Belegintervalle zeigt einen unregelmäßigen, zweigipfligen Verlauf. Das häufige Auftreten von bis zu 2-tägigen Intervallen ist auf die Ausgangsberechnung der Absetz-Belegintervalle zurückzuführen, bei der 0 oder Minus-Werte gleich eins gesetzt wurden.

Zwischen 4 und 6 Tagen werden die meisten Sauen belegt. Ein weiterer Höhepunkt liegt zwischen 10 und 16 Tagen bei Sauen mit verzögerter Rausche. Bis zu einem Intervall von 4 Tagen sind die hellen Deckzentren häufiger vertreten. Über 6 Tagen überwiegen die dunklen Deckställe (Abb. 3a).

In der Tabelle 3 sind sowohl die logarithmierten als auch antilogarithmierten Werte (in Tagen) aufgeführt. Die Mittelwerte unterscheiden sich überall hoch signifikant:

Das Absetz-Belegintervall für die gesamte Dunkelgruppe liegt bei 9,12, für die gesamte Hellgruppe bei 6,46 Tagen. Für die konventionelle Haltung ergeben sich 9,33 bzw. 6,76, für die intensive Haltung 7,94 bzw. 5,62 Tage (Abb. 3b). Die Hell-Dunkel-Unterschiede innerhalb der Quartale verhalten sich ähnlich (Tab. 3; Abb. 3b).

Die Ergebnisse für die Himmelsrichtungen betragen 7,08 (O-SO-S), 7,59 (S-SW-W) und 8,33 Tage (NW-N-NO) (Abb. 3c).

Betriebe mit Aufstallung zur Fenster- oder Wandseite unterscheiden sich jeweils mit 9,77 bzw. 7,59 Tagen.

Zwischen Tageslichtquotienten und Intervalldauer besteht eine hochsignifikante negative Korrelation ($r = -0,160$), wie auch eine gesicherte Differenz zwischen den intensiven und konventionellen Haltungsverfahren (6,61 Tage bzw. 8,32 Tage). Der Anteil beider Gruppen an den Daten beträgt 19 % bzw. 81 %.

Im Verlauf eines Jahres sind die Absetz-Belegintervalle in den Monaten Mai, Juni, August und Oktober signifikant länger als in den übrigen Monaten (Abb. 8a).

Bei der Zusammenfassung in Jahresabschnitten wird dieser Unterschied statistisch besonders deutlich. Er beträgt zwischen Sommer- (Mai bis Oktober) und Winterhalbjahr (November bis April) einen Tag (Abb. 8b).

Die Verlaufskurven dieses Parameters in den Jahren 1980 bis 1982 zeigen eine vergleichbare Ausprägung. Die Jahre 1981 und 1982 scheinen jeweils schlechter abzuschneiden als das Vorjahr (Abb. 8c).

Tabelle 3: Absetz-Belegintervalle

		Anzahl		Rel.Häuf. (%)	Absetz-Belegintervalle				Bewertung
		Betriebe	Sauen		arithm. x	s	logarithm. x	s	
Haltung	total	33	10.084	100	7,94	2,88	0,90	0,46	
	dunkel (d)	16	5.729	56,8	9,12	2,63	0,96	0,42	***
	hell (h)	17	4.355	43,2	6,46	3,02	0,81	0,48	
	l.d	5	895	8,9	7,94	2,51	0,90	0,40	***
	l.h	7	1.083	10,5	5,62	2,63	0,75	0,42	
	k.d	11	4.834	47,9	9,33	2,69	0,97	0,43	***
	k.h	10	3.292	32,6	6,76	3,09	0,83	0,49	
	J ₁ d	16	1.449	14,4	9,12	2,63	0,96	0,42	***
	J ₁ h	17	1.098	10,9	6,03	2,95	0,78	0,47	
	J ₂ d	16	1.460	14,5	8,91	2,51	0,95	0,40	***
Jahresabschnitt (J)	J ₂ h	17	1.122	11,1	5,75	2,95	0,76	0,47	
	J ₃ d	16	1.428	14,2	9,33	2,69	0,97	0,43	***
	J ₃ h	17	1.038	10,3	7,24	2,95	0,86	0,47	
	J ₄ d	16	1.392	13,8	9,55	2,69	0,98	0,43	***
	J ₄ h	17	1.097	10,9	6,92	3,02	0,84	0,48	
	O-SO-S	10	2.789	27,7	7,08	2,75	0,85	0,44	***
	S-SW-W	14	4.456	44,2	7,59	3,02	0,88	0,48	
	NW-N-NO	9	2.839	28,2	9,33	2,63	0,97	0,42	***
	Fenster	5	1.626	16,1	9,77	2,95	0,99	0,47	
	Wand	11	2.865	28,4	7,59	3,02	0,88	0,48	***
Jahresabschnitt Haltung	l.	12	1.958	19,4	6,61	2,57	0,82	0,41	
	k.	21	8.126	80,6	8,32	2,88	0,92	0,46	***
	J ₁	33	2.547	25,3	7,59	2,82	0,88	0,45	
	J ₂	33	2.582	25,6	7,41	2,82	0,87	0,45	
	J ₃	33	2.466	24,5	8,51	2,82	0,93	0,45	
	J ₄	33	2.489	24,7	8,32	2,88	0,92	0,46	

Korrelationskoeffizient $r = -0,160$

Legende:

k/i: konventionelles/intensives Haltungsverfahren

J₁₋₄: Jahresabschnitt Nov.-Jan. (1), Feb.-Apr. (2), Mai-Juli (3), Aug.-Okt. (4)

n.s.: nicht signifikant

***: $p \leq 0,001$

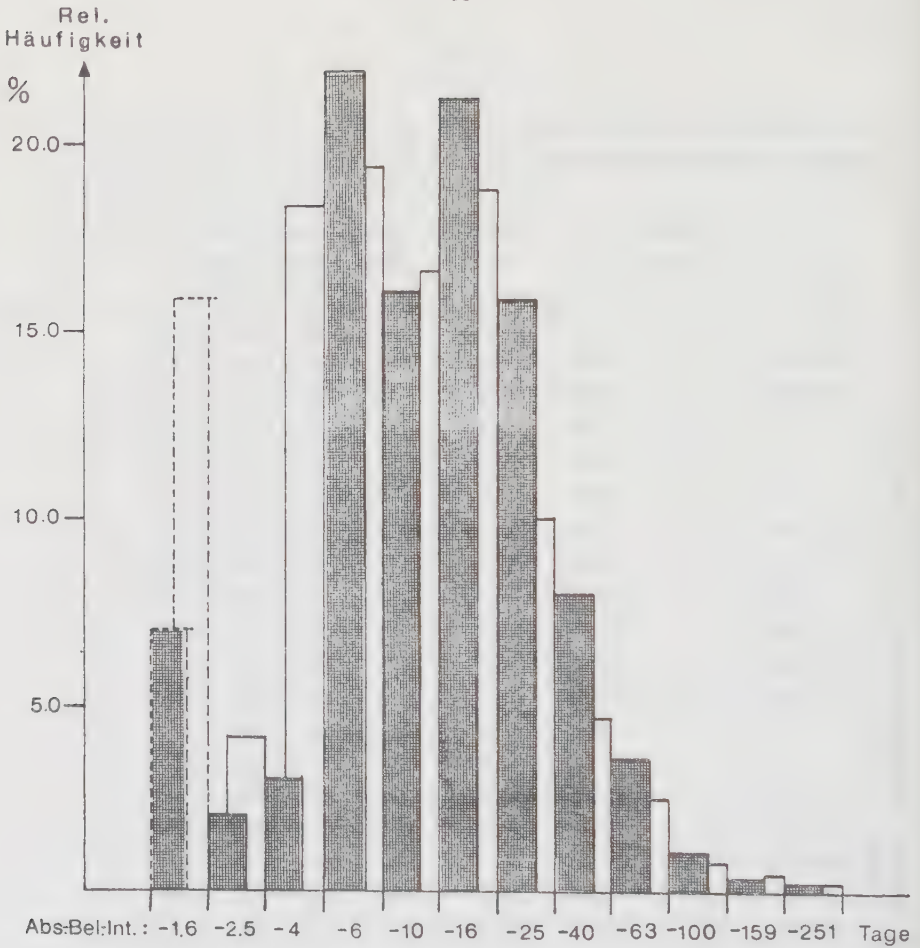


Abbildung 3 a: Häufigkeitsverteilung der Absatz-Belegintervalle (Tage)

- : Dunkle Deckzentren
□ : Helle Deckzentren

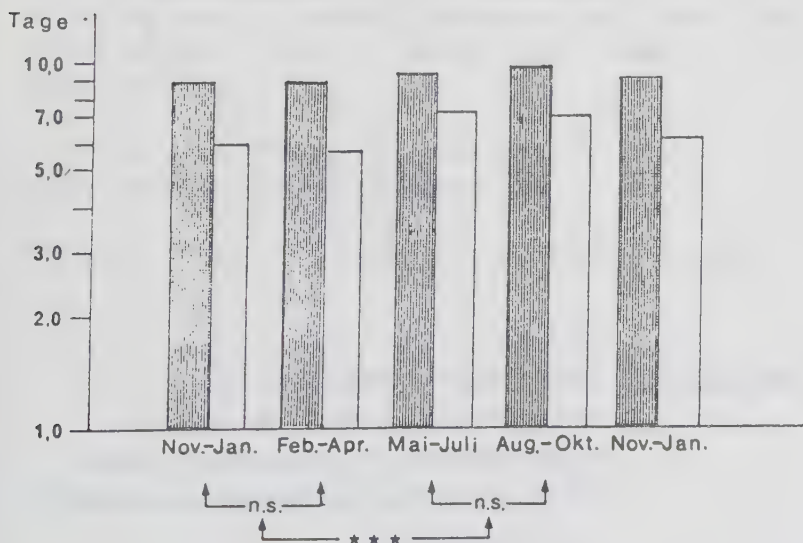
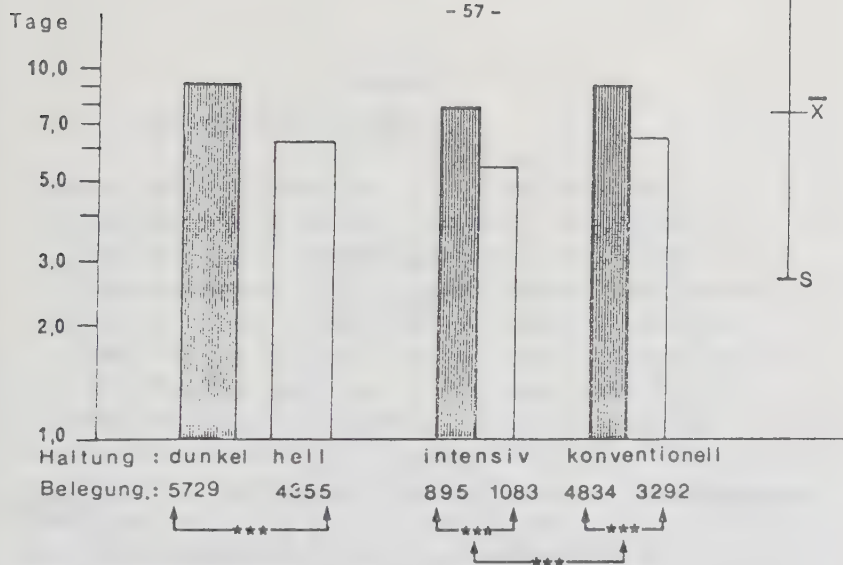


Abbildung 3 b: Absatz-Belegintervalle von 10084 Belegungen in 33 Herden ($\bar{x}$ der logarithmisch transformierten Intervalle einzelner Herden).

*** : $P < 0.001$

n.s. : nicht signifikant

■ : Dunkle Deckzentren

□ : Helle Deckzentren

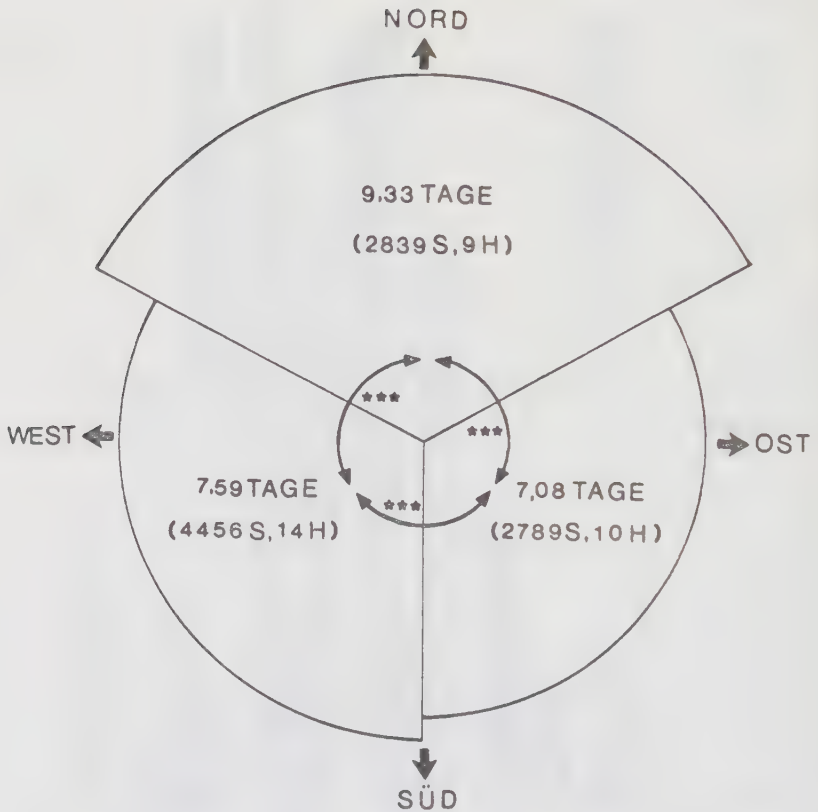


Abbildung 3 c: Einfluß der Fensterrichtung auf das Absatz-Beleg-Intervall ($\bar{x}$ der logarithmisch transformierten Intervalle einzelner Herden; der Radius der Sektoren entspricht $\bar{x}$)

***: $P < 0.001$

S, H: Anzahl der Sauen, Herden

4.5 Erstbedeckungsalter der Jungsauen

Wegen der großen Altersunterschiede wurde das Erstbedeckungsalter zur Darstellung der Häufigkeitsverteilung in Altersstufen von jeweils 25 Tagen eingeteilt (Abb. 4). 46 % der Jungsauen werden mit einem Alter zwischen 200 und 225 Tagen belegt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Mit Ausnahme der Jahresabschnitte und der Fensterrichtungen sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

Im Vergleich der einzelnen Jahre (Abb. 8a) scheint das Jahr 1982 insgesamt schlechtere Ergebnisse aufzuweisen als die Jahre 1980 und 1981. In der zusammenfassenden Darstellung (Abb. 8a) wird auch die Depression im Spätsommer/Herbst deutlich. Die Monate August, November und Dezember unterscheiden sich signifikant von den Monaten Januar und Februar. Dieser Trend bestätigt sich auch bei den Jahresabschnitten (Abb. 8b). Im Zeitraum November bis Januar beträgt das Erstbedeckungsalter 226,7 Tage, von Februar bis April 223,4 Tage, von Mai bis Juli 223,1 und von August bis Oktober 227,3 Tage. Die Zeiträume Februar bis April und Mai bis Juli unterscheiden sich signifikant vom Zeitraum August bis Oktober. Der Zeitraum Mai bis Juli unterscheidet sich signifikant vom Zeitraum November bis Januar.

Die O-SO-S- und NW-N-NO-Lage unterscheiden sich signifikant von der S-SW-W-Lage (223,7, 222,8 bzw. 228,3 Tage).

Eine Fenster-Wand-Betrachtung entfällt wegen ausschließlicher Gruppenhaltung.

Tabelle 4: Erstbedeckungsalter

		Anzahl		Rel.Häuf.	Alter (Tage)		Bewertung
		Betriebe	Tiere	(%)	$\bar{x}$	s	
Haltung	total	30	3.869	100,0	225,2	29,9	
	dunkel (d)	15	2.215	57,2	224,9	28,5	
	hell (h)	15	1.654	42,8	225,6	31,6	
	i.d.	3	226	5,8	227,1	31,4	
	i.h.	4	342	8,8	224,1	32,9	
	k.d.	12	1.989	51,4	224,6	28,2	
	k.h.	11	1.312	33,9	226,0	31,3	
	J ₁ d	15	529	13,7	227,3	29,5	n.s.
	J ₁ h	15	468	12,1	226,0	29,9	
	J ₂ d	15	556	14,4	223,7	29,4	
	J ₂ h	15	381	9,8	223,0	33,2	
	J ₃ d	15	531	13,7	222,0	25,0	
	J ₃ h	15	401	10,4	224,7	32,8	
	J ₄ d	15	599	15,5	226,4	29,6	
	J ₄ h	15	404	10,4	228,6	30,8	
Fenster- richtung	O-SO-S	9	1.128	29,2	223,7	32,3	***
	S-SW-W	12	1.517	39,2	228,3	31,5	***
	NW-N-NO	9	1.224	31,6	222,8	24,7	
Haltung	Fenster						
	Wand						
	i.	7	568	14,7	225,3	32,3	
	k.	23	3.301	85,3	225,2	29,4	n.s.
	J ₁	30	997	25,8	226,7	29,7	
	J ₂	30	937	24,2	223,4	31,0	**
	J ₃	30	932	24,1	223,1	28,6	**
Jahresabschnitt	J ₄	30	1.003	25,9	227,3	30,1	

Legende:

k/i: konventionelles/Intensives Haltungsverfahren

J₁₋₄: Jahresabschnitt Nov.-Jan. (1), Feb.-Apr. (2), Mai-Juli (3), Aug.-Okt. (4)

n.s.: nicht signifikant

***: $p < 0,001$

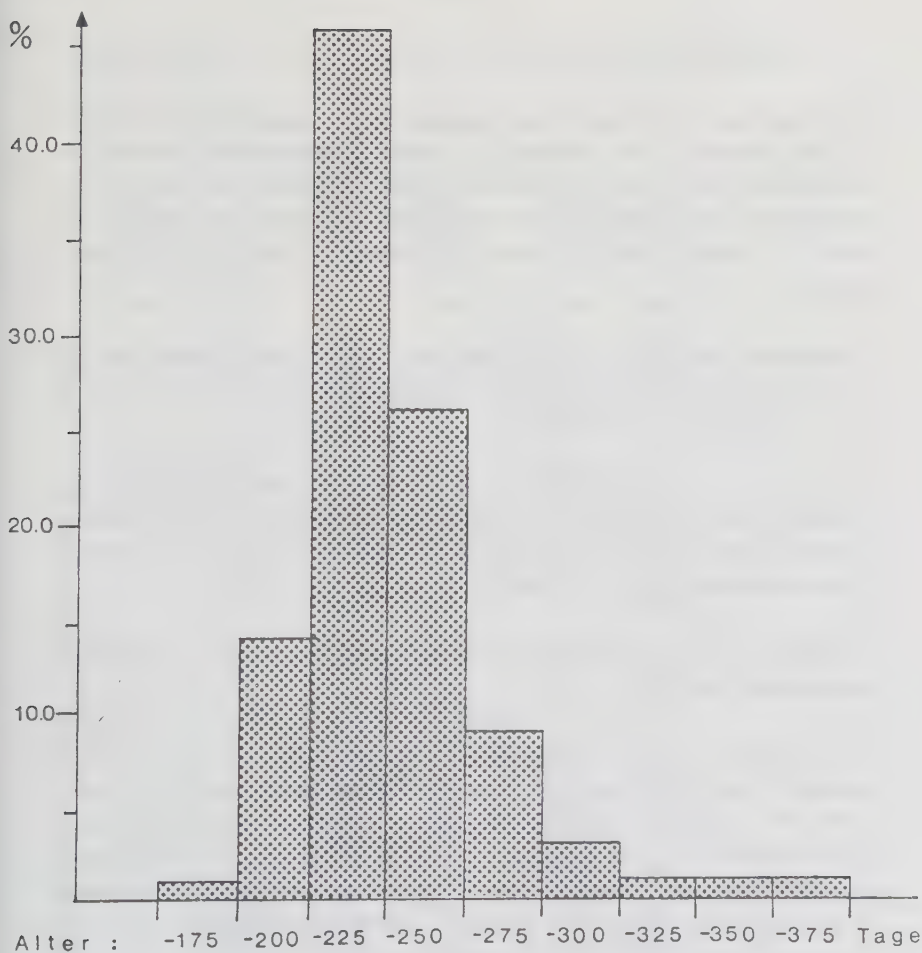


Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung des Erstbedeckungsalters
von Jungsaue (Tage)

4.6 Wurfgröße der Altsauen

Die Wurfgrößen der Altsauen sind normal verteilt (Abb. 5a). Bis zu einer Wurfgröße von 9 gesamtgeborenen Ferkeln überwiegen die intensiven Haltungssysteme. Mehr als 10 Ferkel werden überwiegend bei den konventionellen Haltungsverfahren erzielt.

Die Mittelwerte der einzelnen Gruppen mit Standardabweichungen sind in Tabelle 5 zu finden. Die Standardabweichung beträgt durchschnittlich 2,7 bis 2,8 Ferkel in allen Gruppen.

Erwähnenswert sind die signifikanten Unterschiede bei den Himmelsrichtungen: Bei der O-SO-S- und NW-N-NO-Lage werden 10,70 bzw. 10,75 Ferkel, bei der S-SW-W-Lage 10,24 Ferkel beobachtet.

Die Fensterseite unterscheidet sich mit 10,62 gegenüber 10,92 Ferkeln auf der Wandseite ebenfalls hoch signifikant. Zwischen konventioneller und intensiver Haltung besteht mit 10,68 bzw. 10,02 Ferkeln ein hoch signifikanter Unterschied. Auf beide Haltungsformen entfallen 78 bzw. 22 % der Daten.

Zwischen dunklen und hellen Deckzentren bestehen keine nachweislichen Unterschiede (Abb. 5b).

Die Verlaufskurven der Wurfgrößen sind in den Jahren 1980 bis 1983 annähernd parallel. Im Jahre 1983 scheinen die Wurfgrößen niedriger zu sein als in den Vorjahren (Abb. 8c). In der Zusammenfassung (Abb. 8a) liegen die schlechtesten Ergebnisse im Sommerhalbjahr. Auf Jahresabschnitte bezogen betragen die Wurfgrößen von November bis Januar, Februar bis April, Mai bis Juli und August bis Oktober jeweils 10,65, 10,57, 10,45 bzw. 10,44 Ferkel. Die Zeiträume November bis Januar und August bis Oktober unterscheiden sich schwach signifikant (Abb. 8b).

Tabelle 5: Insgesamtgeborene Ferkel der Altsauen (IgF)

		Anzahl		Rel.Häuf.	IgF		Bewertung
		Betriebe	Würfe	(%)	$\bar{x}$	s	
Haltung	total	30	9.950	100,0	10,54	2,77	
	dunkel (d)	14	5.476	55,0	10,56	2,72	
	hell (h)	16	4.474	45,0	10,50	2,84	
	i.d.	5	1.010	10,2	10,00	2,59	
	i.h.	7	1.148	11,5	10,02	2,98	
	k.d.	9	4.466	44,9	10,68	2,73	
	k.h.	9	3.326	33,4	10,66	2,77	
	J ₁ d	14	1.374	13,8	10,72	2,74	n.s.
	J ₁ h	16	1.066	10,7	10,56	2,80	
	J ₂ d	14	1.571	15,8	10,59	2,77	
	J ₂ h	16	1.253	12,6	10,56	2,91	
	J ₃ d	14	1.317	13,2	10,43	2,70	
	J ₃ h	16	1.098	11,0	10,48	2,81	
	J ₄ d	14	1.214	12,2	10,49	2,63	
	J ₄ h	16	1.057	10,6	10,39	2,82	
Fenster- richtung	O-SO-S	9	2.902	29,2	10,70	2,70	***
	S-SW-W	13	4.029	40,5	10,24	2,77	
	NW-N-NO	8	3.019	30,3	10,75	2,80	
	Fenster	5	1.915	19,2	10,62	2,45	***
Haltung	Wand	11	3.268	32,8	10,92	3,00	***
	i.	12	2.158	21,7	10,02	2,80	
	k.	18	7.792	78,3	10,68	2,74	
	J ₁	30	2.440	24,5	10,65	2,77	*
	J ₂	30	2.824	28,4	10,57	2,83	
	J ₃	30	2.415	24,3	10,45	2,75	
	J ₄	30	2.271	22,8	10,44	2,72	

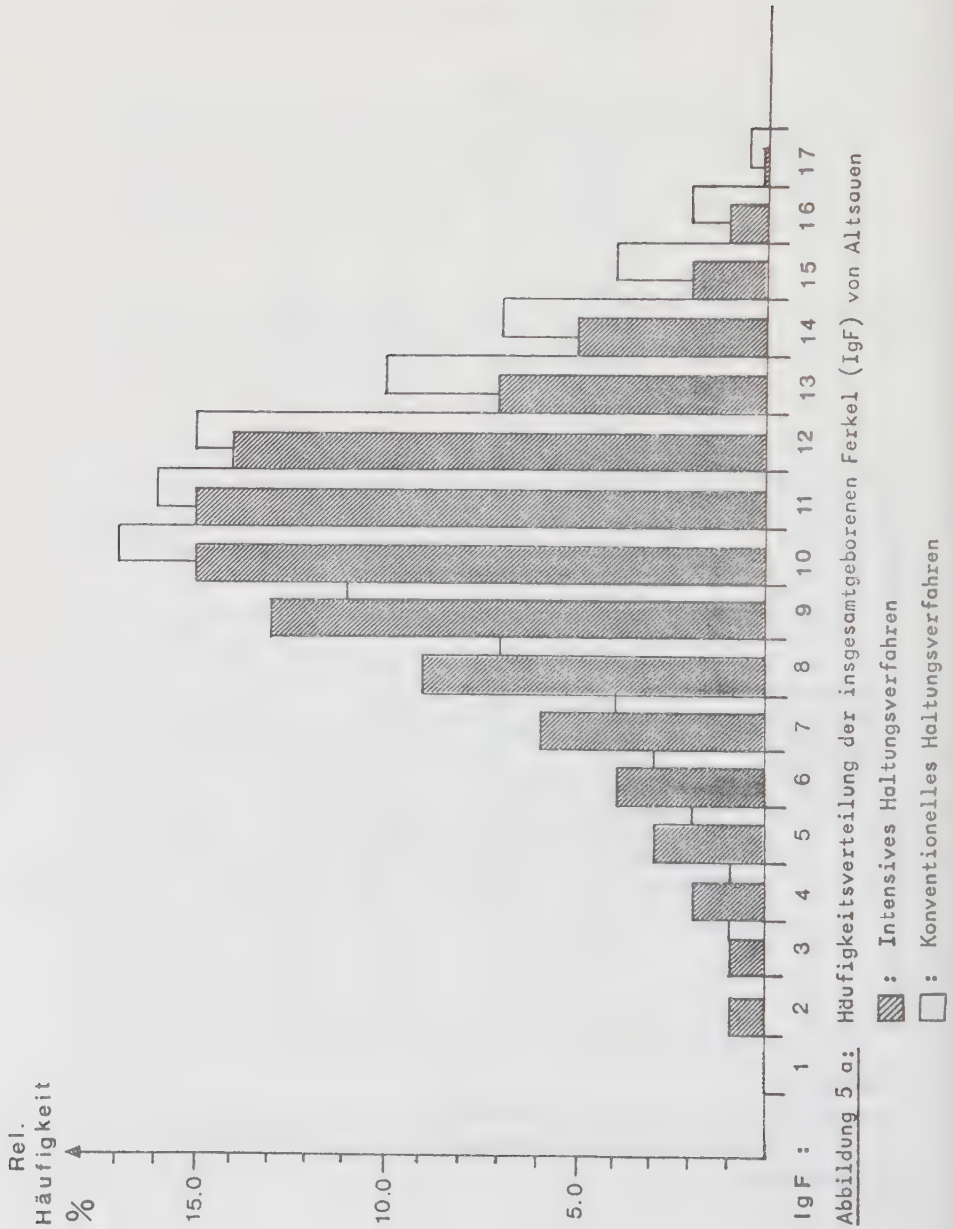
Legende:

k/i: konventionelles/intensives Haltungsverfahren

J₁₋₄: Jahresabschnitt Nov.-Jan. (1), Feb.-Apr. (2), Mai-Juli (3), Aug.-Okt. (4)

n.s.: nicht signifikant

***: $p < 0,001$



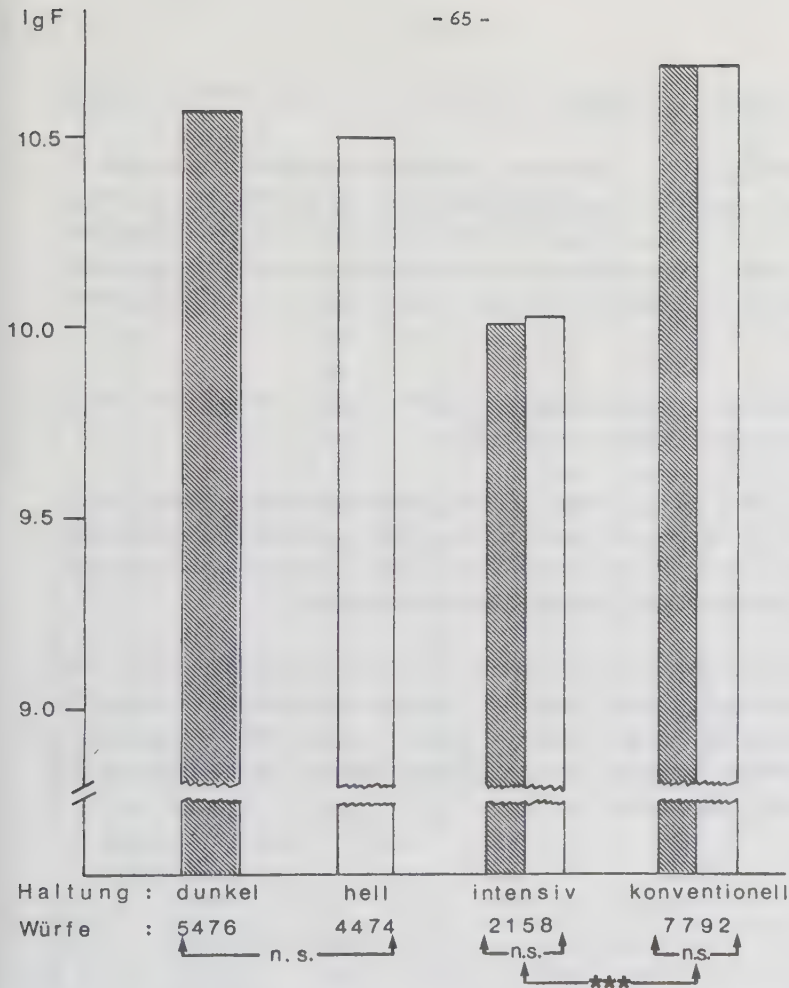


Abbildung 5 b: Insgesamt geborene Ferkel (IgF) der Altsauen aus 9950 Würfen in 30 Herden ($\bar{x}$ der einzelnen Herden)

▨ : Dunkle Deckzentren

□ : Helle Deckzentren

n.s. : nicht signifikant

*** : $p < 0,001$

4.7 Wurfgröße der Jungsauen

Die Wurfgrößen bei den Jungsauen sind, den Altsauen vergleichbar, normalverteilt. Bis zu einer Wurfgröße von 10 gesamtgeborenen Ferkeln überwiegt die intensive Haltung. Bei der konventionellen Haltung werden überwiegend mehr als 11 Ferkel erzielt (Abb. 6a). In Tabelle 6 sind die Ergebnisse zusammengetragen. Die Standardabweichung liegt im Mittel bei 2,4 Ferkeln. In den meisten Gruppen sind nur graduelle Unterschiede vorhanden.

Ein schwacher signifikanter Unterschied besteht zwischen der S-SW-W- und der NW-N-NO-Lage mit 8,93 bzw. 9,2 Ferkeln.

Bei der Haltung sind die Unterschiede mit 9,23 Ferkeln für die konventionelle und 8,58 Ferkeln für die intensive Aufstellungsform hoch signifikant. Der Anteil beider Haltungsformen an den Daten beträgt 76 % bzw. 24 %. Zwischen dunklen und hellen Deckzentren bestehen nur graduelle Unterschiede (Abb. 6b).

Vergleicht man die Jahre 1980 bis 1982 in ihrem Verlauf, so schneiden die Jahre 1981 und 1982 jeweils schlechter als das Vorjahr ab (Abb. 8c). In der Zusammenfassung der Jahre (Abb. 8a) wird das Leistungstief während der Sommerzeit deutlich. Bei der jahreszeitlichen Betrachtung werden die kleinsten Wurfgrößen im Zeitraum Mai bis Juli beobachtet (Abb. 8b, Tab. 6).

Tabelle 6: Insgesamtgeborene Ferkel der Jungsauen (IgF)

		Anzahl		Rel.Häuf.	IgF		Bewertung
		Betriebe	Würfe	(%)	$\bar{x}$	s	
Haltung	total	30	2.947	100,0	9,08	2,40	n.s.
	dunkel (d)	15	1.650	56,0	9,10	2,42	
	hell (h)	15	1.297	44,0	9,05	2,35	
	i.d.	3	327	11,1	8,68	2,27	
	i.h.	4	365	12,4	8,49	2,38	
	k.d.	12	1.323	44,9	9,20	2,45	
	k.h.	11	932	31,6	9,27	2,29	
	J ₁ d	15	404	13,7	9,19	2,49	
	J ₁ h	15	294	10,0	9,12	2,41	
	J ₂ d	15	455	15,4	9,10	2,46	
	J ₂ h	15	389	13,2	9,01	2,33	
	J ₃ d	15	412	14,0	9,10	2,40	
	J ₃ h	15	312	10,6	8,87	2,34	
	J ₄ d	15	379	12,9	9,01	2,35	
	J ₄ h	15	302	10,2	9,21	2,32	
Fenster- richtung	O-SO-S	9	852	28,9	9,13	2,30	*
	S-SW-W	12	1.159	39,3	8,93	2,35	
	NW-N-NO	9	936	31,8	9,20	2,50	
Jahresabschnitt Haltung	Fenster						***
	Wand						
	i.	7	692	23,5	8,58	2,45	
	k.	23	2.255	76,5	9,23	2,40	
	J ₁	30	698	23,7	9,16	2,37	
	J ₂	30	844	28,6	9,05	2,30	
	J ₃	30	724	24,6	9,00	2,33	n.s.
	J ₄	30	681	23,1	9,10	2,38	

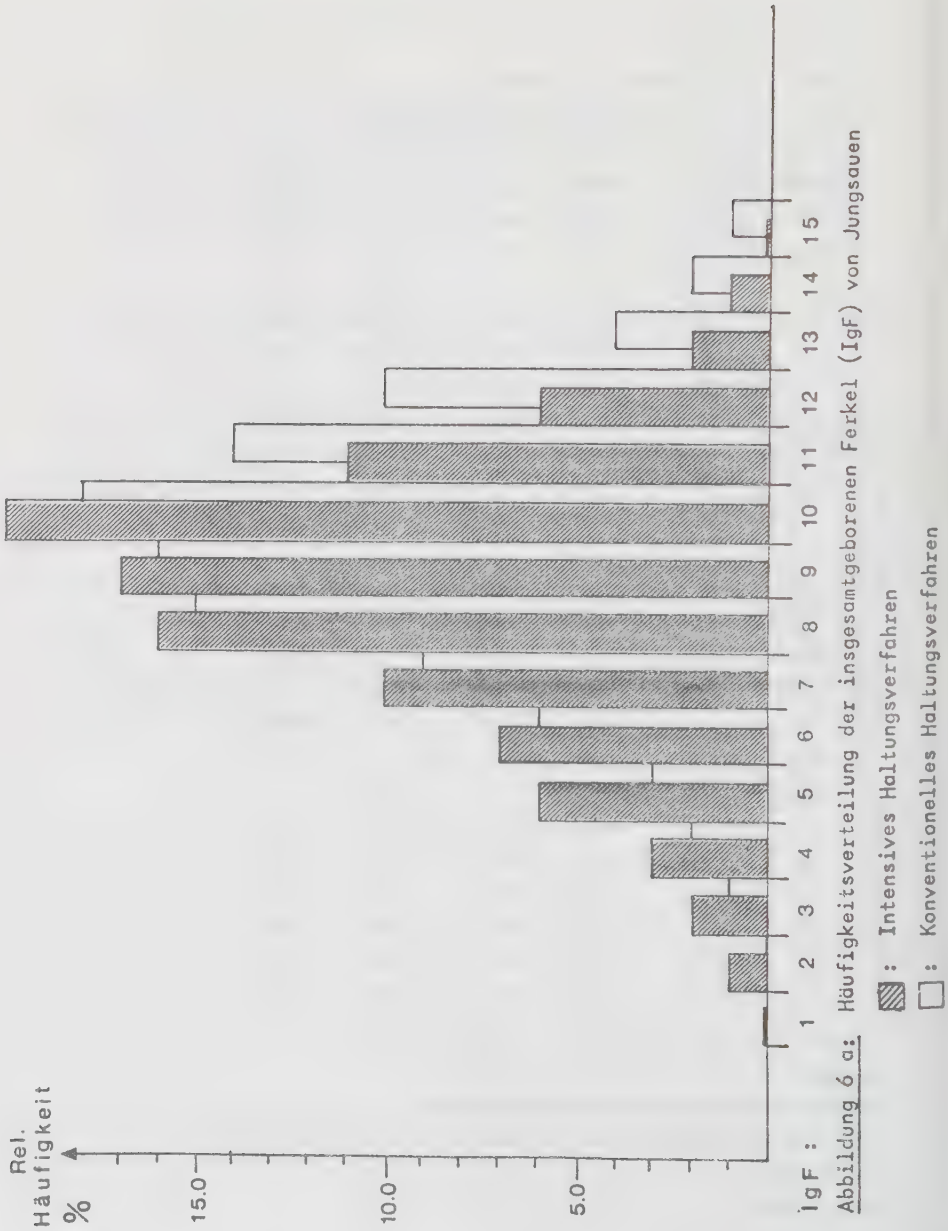
Legende:

k/i: konventionelles/intensives Haltungsverfahren

J₁₋₄: Jahresabschnitt Nov.-Jan. (1), Feb.-Apr. (2), Mai-Juli (3), Aug.-Okt. (4)

n.s.: nicht signifikant

***: p < 0,001



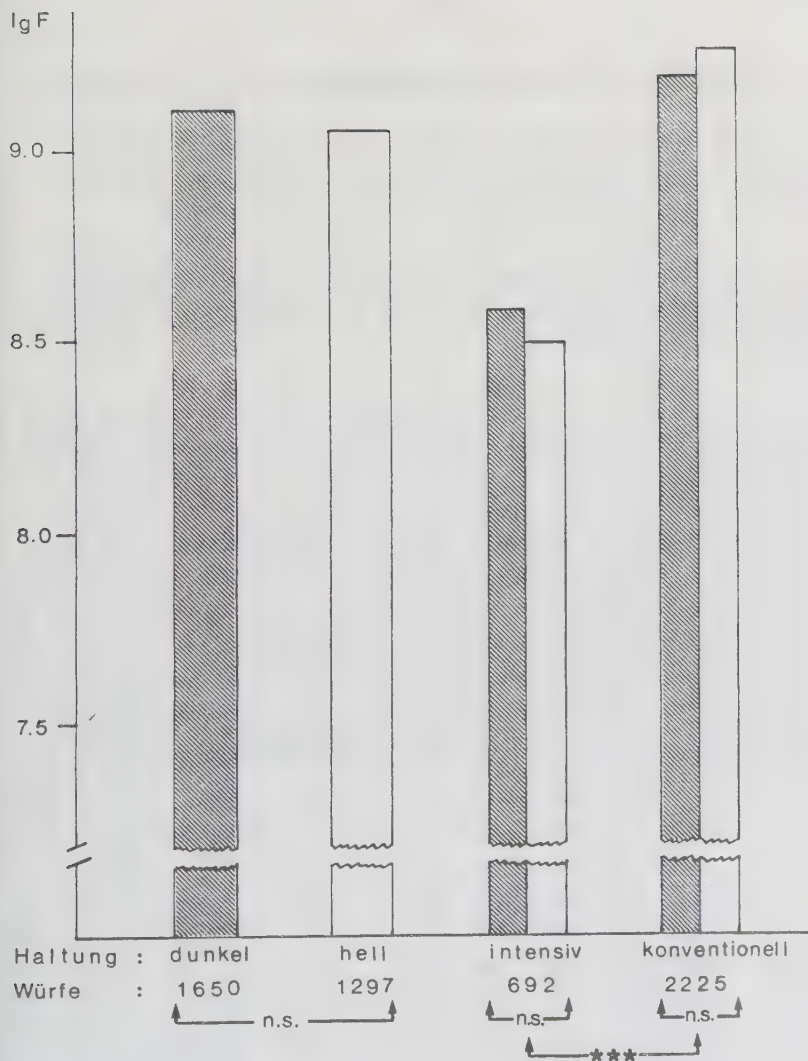


Abbildung 6 b: Insgesamt geborene Ferkel (IgF) der Jungsau
 aus 2947 Würfen in 30 Herden ($\bar{x}$ der einzelnen
 Herden)

▨ : Dunkle Deckzentren

□ : Helle Deckzentren

n.s.: nicht signifikant

***: $p < 0,001$

4.8 Anteil der wegen Unfruchtbarkeit ausgefallenen Sauen

Der Parameter Ausfallquote stellt sich wie die Umrauscherquote als linksschiefe Häufigkeitsverteilung dar, der eine Klasseneinteilung in Abständen von 5 % zugrunde liegt. Von 0 bis 5 % sind die hellen Deckzentren häufiger vertreten (Abb. 7a).

In der Tabelle 7 sind die Ergebnisse für die jeweiligen Gruppen zusammengestellt. Signifikante Unterschiede kommen nicht vor. Die Standardabweichungen liegen im Durchschnitt über den Mittelwerten.

Die Ausfallquoten der dunklen Deckzentren scheinen – den Umrauscherquoten und Absatz-Belegintervallen vergleichbar – generell und bei der konventionellen Haltung größer zu sein (Abb. 7b).

Es wurde bereits im Abschnitt "Herkunft der einzelnen Parameter" (S. 37) erwähnt, daß wegen mangelnder Aufzeichnungen nur in einem Teil der Betriebe Daten über fruchtbarkeitsbedingte Sauenausfälle vorliegen. So erklärt es sich, daß die Gruppe der konventionellen und intensiven Haltungsverfahren ungleich besetzt sind. Der Anteil der intensiven Gruppe beträgt wegen fehlender dunkler Deckzentren nur 9 %.

Zwischen den Jahren, Monaten und Jahresabschnitten zeichnen sich nur tendenzielle Unterschiede ab. Die Ausfallquoten sind anscheinend in den Zeiträumen Mai bis Juli und November bis Januar höher als in den anderen Jahresabschnitten (Tab. 7).

Tabelle 7: Ausfallquote wegen Unfruchtbarkeit

		Anzahl		Rel.Häuf.	Ausfallquote			Bewertung
		Betriebe	Sauen	(%)	arithm. (%)	arc sin	$\sqrt{\quad}$	
					$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Haltung	total	8	263	100,0	1,00	2,54	0,10	0,16
	dunkel (d)	4	127	43,3	1,43	3,21	0,12	0,18
	hell (h)	4	136	51,7	0,64	1,95	0,08	0,14
	i.d.							
	i.h.	2	23	8,7	0,49	2,54	0,07	0,16
Jahresabschnitte (J)	k.d.	4	127	48,3	1,43	3,21	0,12	0,18
	k.h.	2	113	43,0	0,64	1,95	0,08	0,14
	J ₁ d	4	31	11,8	1,68	3,21	0,13	0,18
	J ₁ h	4	32	12,2	1,68	3,57	0,13	0,19
	J ₂ d	4	34	12,9	1,00	2,86	0,10	0,17
	J ₂ h	4	38	14,4	0,16	0,81	0,04	0,09
	J ₃ d	4	32	12,2	2,54	3,95	0,16	0,20
	J ₃ h	4	34	12,9	0,49	1,68	0,07	0,13
Fenster- richtung	J ₄ d	4	30	11,4	0,64	1,95	0,08	0,14
	J ₄ h	4	32	12,2	1,00	2,23	0,10	0,15
	O-SO-S	1	38	14,4	3,57	1,95	0,19	0,14
	S-SW-W	2	65	24,7	0,64	2,23	0,08	0,15
Haltung Jahresabschnitte	NW-N-NO	5	160	60,8	1,00	3,21	0,10	0,18
	Fenster	2	61	23,2	0,49	2,23	0,07	0,15
	Wand	4	150	57,0	1,21	2,86	0,11	0,17
	i.	2	23	8,7	0,49	2,54	0,07	0,16
	k.	6	240	91,3	1,00	2,54	0,10	0,16
	J ₁	8	63	24,0	1,68	3,57	0,13	0,19
	J ₂	8	72	27,4	0,49	1,95	0,07	0,14
	J ₃	8	66	25,1	1,43	3,21	0,12	0,18
J ₄	8	62	23,6	0,81	2,23	0,09	0,15	

n.s.

Legende:

k/i: konventionelles/intensives Haltungsverfahren

J₁₋₄: Jahresabschnitt Nov.-Jan. (1), Feb.-Apr. (2), Mai-Juli (3), Aug.-Okt. (4)

n.s.: nicht signifikant

***: p < 0,001

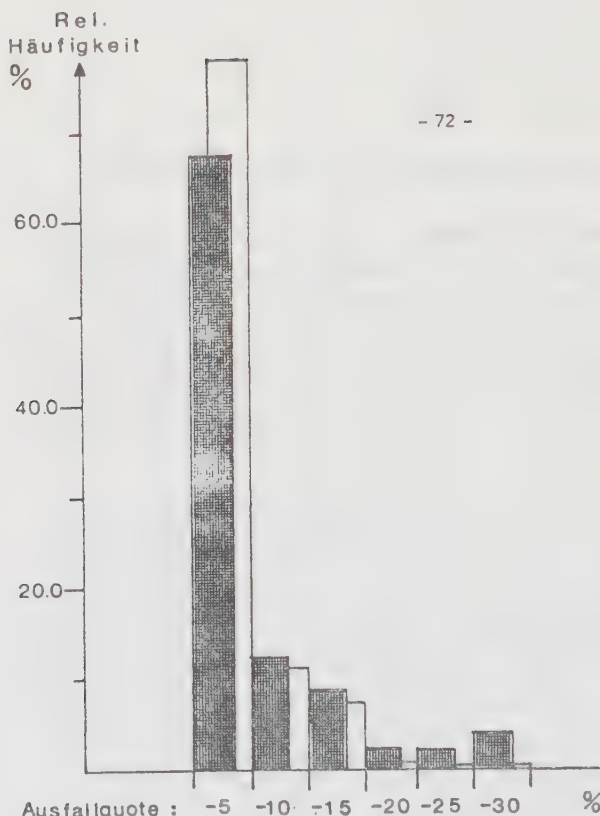


Abbildung 7 a: Häufigkeitsverteilung der Ausfallquoten

■ : Dunkle Deckzentren
□ : Helle Deckzentren

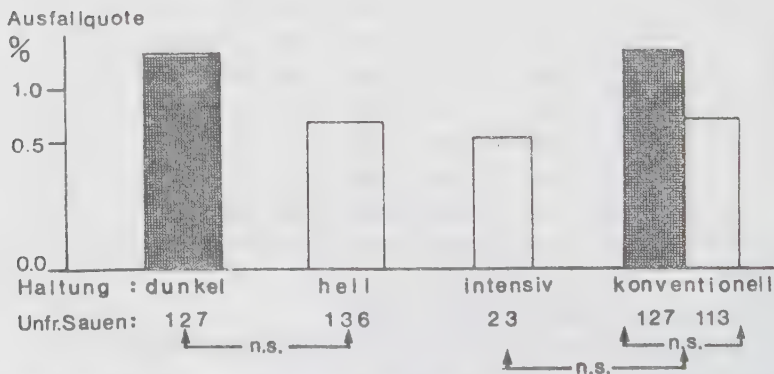


Abbildung 7 b: Ausfallquoten von 263 wegen Unfruchtbarkeit ausgemerzten Sauen in 8 Herden. ($\bar{x}$ der arc sin $\sqrt{\quad}$ transformierten Prozentanteile einzelner Herden)

5. DISKUSSION

5.1 Variabilität der Tageslichtquotienten infolge äußerer und innerer Umwelteinflüsse

Die Messung der Beleuchtungsintensität in den Deckzentren ergab Tageslichtquotienten von 0,001 bis 1,0 Prozent. Der Unterschied zwischen dunkelstem und hellstem Deckzentrum betrug daher das 1000fache. Dunkle und helle Deckzentren (unter bzw. über einem Tageslichtquotienten von 0,1 Prozent) unterschieden sich durchschnittlich um den Faktor 10 (Tab. 1).

Die Messungen zu verschiedenen Zeitpunkten bestätigten die Konstanz des jeweiligen Tageslichtquotienten bei bedecktem Wetter innerhalb gewisser Fehlergrenzen (Variationsbreiten), die mit den labilen Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Messungen begründet werden können und unter Berücksichtigung der beachtlichen Intensitätsunterschiede zwischen den Betrieben und Betriebsgruppen an Bedeutung verlieren (Abb. 1). Bei Sonnenschein betragen die Quotienten je nach der Himmelsrichtung und der Tageszeit, d.h. des Sonnenstandes, ein Vielfaches bzw. einen Bruchteil des Quotienten bei bedecktem Wetter (Betrieb 2, 4, 13, 17, 21, 26). Bei Hochwetterlage schwanken daher die einzelnen Tageslichtquotienten und können für eine vergleichende Betrachtung unter den Betrieben nicht herangezogen werden (Betrieb 6, 14, 33). Die Messungen bei Sonnenschein zeigen jedoch, daß bei entsprechender Fensterlage des Deckzentrums (z.B. Süden) die Intensität im Raum um das zwei- bis dreifache zunehmen kann (Betrieb 22, 24, 33), während auf der Schattenseite die Lichtverhältnisse annähernd gleich bleiben oder nur geringfügig erhöht sind (Betrieb 1, 13, 17). Von zwei Ställen mit gleichen Tageslichtquotienten (nach DIN 5034) wird der Stall mit entsprechender Sonnenlage, über das Jahr betrachtet, höhere Lichtintensitäten erreichen.

Die unterschiedlichen Beleuchtungsstärken innerhalb eines Stalles auf der Fenster- und Wandseite sind mit einem Faktor von bis zu 10 ebenfalls beachtlich. Wegen fehlender Zuordnung der Tiere zur einen oder anderen Seite konnten die erfaßten Parameter diesbezüglich nicht für jeden Betrieb ausgewertet werden. Die großen Unterschiede zwischen Fenster- und Wandseite ermöglichen aber eine Gegenüberstellung der Betriebe mit überwiegender Aufstallung der Sauen zur einen oder anderen Seite.

Die Lichtintensität in einem Raum wird daher nicht von der Raumgröße und der Fensterfläche, sondern auch indirekt von der Fensterrichtung des Deckzentrums und der Stellung der Tiere zum Fenster bestimmt. Bei gleichbleibender Fenstergröße kann durch fensternahe Aufstallung bzw. Aufstallung zur "Sonnenseite" die Beleuchtungsstärke höhere Werte annehmen. Diese Erkenntnisse könnten bei Stallum- oder Neubauten berücksichtigt werden. Direkte Sonnenbestrahlung von Tieren, die nicht ausweichen können, wäre dabei im Sommer wegen der zu erwartenden Temperaturerhöhung allerdings zu vermeiden.

Die Bestimmung der Tageslichtquotienten in dieser Felduntersuchung ermöglicht nach Umrechnung eine ziemlich genaue Einschätzung der natürlich auftretenden Lichtstärken in den Deckzentren und spiegelt tendenziell die Verhältnisse in den meisten Zuchtbetrieben ohne künstliches Lichtprogramm wieder. Unter den Voraussetzungen des bedeckten Himmels mit durchschnittlich 20.000 Lx liegen 23 von 33 untersuchten Deckzentren unterhalb des Grenzbereiches 30-50 Lx, der nach MEHLHORN (1978) für die vegetativen Steuerungsfunktionen von Tieren notwendig erscheint. Weniger als ein Drittel der Betriebe (6 von 33) erreicht Intensitäten von über 100 Lx, die für gute Zuchtleistungen gefordert werden (Tab. 1a).

Bei einem Fenster-Boden-Verhältnis von 1:12 bis 1:20 könnten Beleuchtungsstärken von 70 Lx - 100 Lx unter Naturlichtbedingungen erreicht werden (MOTHES, 1984).

5.2 Einfluß der Beleuchtungsstärke

5.2.1 Einfluß der Beleuchtungsstärke auf die Umrauschquote

Die Umrauschquoten scheinen von höheren Lichtintensitäten insgesamt positiv beeinflusst zu werden (Abb. 2a, Tab. 2). Der Unterschied von "hellen" zu "dunklen" Deckzentren beträgt generell 2,7 % (Abb. 2b), d.h. über einem Tageslichtquotienten von 0,1 % liegt die Non-Return-Rate höher. Bei der konventionellen Haltung beträgt der Unterschied sogar 3,5 %. Bei der intensiven Haltung ist der Unterschied von 0,4 % statistisch nicht gesichert (Abb. 3b). Diese Wertung ist anscheinend das ganze Jahr über gegeben, weil in allen Jahresabschnitten die Zahl der umrauschenden Sauen in den hellen Deckzentren mit 2,5 bis 3,0 % unter den dunklen Deckzentren liegt (Abb. 2c).

Die Beziehung der Tageslichtquotienten zu den Umrauschquoten, als Ausdruck einer Lichtabhängigkeit, ergibt eine hochsignifikante negative Korrelation, d.h. die Anzahl der umrauschenden Sauen nimmt mit steigender Lichtintensität ab (Tab. 2).

Dieser Trend wird indirekt auch durch den Vergleich der unterschiedlichen Himmelsrichtungen bestätigt. Auf der "Sonnenseite" (Ost-Süd-West-Lage) kann die Intensität im Raum bei Hochwetterlage um das Zwei- bis Dreifache ansteigen (Tab. 1). Die Umrauschquoten liegen daher um 1,9 % (O-SO-S) bzw. 3,2 % (S-SW-W) unter dem Ergebnis auf der "Schattenseite" (NW-N-NO) (Abb. 2d).

Die Non-Return-Rate liegt auch bei der Aufstallung der Sauen zur Fensterseite mit 4,3 % signifikant über der Aufstallung zur Wandseite (zur Fenster abgewandten Seite) (Tab. 2).

Vergleichbare experimentelle Untersuchungen über den Einfluß unterschiedlicher Beleuchtungsstärken auf diesen Parameter sind nicht bekannt. In der Tendenz vergleichbar sind die Ergebnisse von HOY und MEHLHORN (1981), die feststellten, daß Jungsauen (in Einzelhaltung) auf der Fensterseite früher geschlechtsreif wurden als auf der Wandseite. Unter Naturlichtbedingungen kann daher eine in allen Untergruppierungen übereinstimmende Bevorzugung höherer Lichtintensitäten beobachtet werden, wie sie bei einem Tageslichtquotienten über 0,1 % erreicht werden.

5.2.2 Einfluß der Beleuchtungsstärke auf die Dauer der Absetz-Belegintervalle

Bei den Absetz-Belegintervallen bestehen für alle Gruppierungen hochsignifikante Hell-Dunkel-Unterschiede (Tab. 3, Abb. 3a).

Insgesamt werden die Sauen in den hellen Deckzentren 2,7 Tage früher belegt als in den dunklen Deckzentren.

Auch in den unterschiedlichen Haltungssystemen werden die Sauen in der jeweils hellen Untergruppe früher belegt (Abb. 3b).

Diese Tendenz macht sich ebenfalls in allen vier Quartalen bemerkbar (Abb. 3b).

Zwischen den Tageslichtquotienten und den Absetz-Belegintervallen besteht, wie bei den Umrauschern, eine hochsignifikante negative Korrelation, d.h., mit zunehmender Intensität verkürzen sich die Intervalle (Tab. 3).

Auf der "Sonnenseite" ist das Absetz-Belegintervall ebenfalls kürzer als auf der "Schattenseite" (Abb. 3c).

Auf der Fensterseite werden dagegen schlechtere Ergebnisse beobachtet als auf der Wandseite. Dieser scheinbare Gegensatz könnte durch ungünstige Sonnenbestrahlung und damit verbundener Erhöhung der Umgebungstemperatur erklärt werden oder aber auf der Probier- und Bedeckungspraxis beruhen, die auch den Sauen in Einzelhaltung gelegentliche Bewegung bis zum Decken ermöglicht. Der Lichteffekt könnte davon eventuell überlagert werden. Auf die besondere Bedeutung der Aufstallung und Bewegung wird bei der Diskussion der Haltung noch genauer eingegangen (S. 88).

5.2.3 Einfluß der Beleuchtungsstärke auf das Erstbedeckungsalter der Jungsauen

Bei der Hell-Dunkel-Betrachtung des Erstbedeckungsalters sind in allen möglichen Varianten keine nachweislichen Unterschiede oder Korrelationen festzustellen (Tab. 4). Sowohl bei intensivem als auch konventionellem Haltungsverfahren werden die Jungsauen in Gruppen gehalten. Der stimulierende Effekt der Bewegung in der Gruppenhaltung auf ein rechtzeitiges Eintreten der Brunst könnte die Hell-Dunkel-Unterschiede eventuell überlagern (TUINTE, 1983) und scheint auch intensive und konventionelle Haltungsverfahren auszugleichen.

Die Ergebnisse der verschiedenen Fensterrichtungen sind aus denselben Gründen vorsichtig einzuschätzen.

Eine mögliche Verfälschung der Ergebnisse könnte auch darauf beruhen, daß die meisten Jungsauen als Zukauftiere aus anderen Beständen kommen und in der neuen Umgebung mit Anpassungsschwierigkeiten belastet sind.

Unter standardisierten Bedingungen könnte auch für diesen Parameter nach NTUNDE et al. (1979) mit einem positiven Effekt höherer Lichtintensitäten gerechnet werden: Die Ergebnisse bei der Dunkelhaltung waren signifikant schlechter als unter Naturlicht- bzw. Kunstlichtbedingungen (950 Lx). Der erste Östrus trat auch beim Kunstlichtregime früher auf als unter Naturlichtbedingungen.

5.2.4 Einfluß der Beleuchtungsstärke auf die Wurfgröße bei Alt- und Jungsauen

Bei den Wurfgrößen sowohl von Alt- wie Jungsauen zeigen sich keine eindeutigen Wirkungen unterschiedlicher Lichtintensitäten. Die Himmelsrichtungen und Fenster/Wand-Vergleiche ergeben eher signifikante Beziehungen zu Gunsten niedrigerer Lichtintensitäten (Tab. 5, 6). Diesen scheinbaren Widersprüchen können mehrere Ursachen zugrunde liegen: Die Anzahl der gesamt geborenen Ferkel erlaubt keinen Rückschluß auf die tatsächliche Anzahl befruchteter Eizellen zum Bedeckungszeitraum. Die Ovulationsrate könnte als Maß für den Lichteinfluß während der Belegung geeignet erscheinen: HACKER et al. (1979) konnten am Schlachtbefund von Jungsauen eine höhere Anzahl von Gelbkörpern unter vorausgegangenen Kunstlichtregimen feststellen, was vermutlich neben einer langen Beleuchtungsdauer auch auf den höheren Lichtintensitäten beruhen könnte.

Die endgültige Ferkelzahl kann schließlich während der gesamten Tragezeit von den unterschiedlichsten Faktoren beeinflusst werden. Die meiste Zeit der Trächtigkeit verbringen die Sauen in Warteställen (vom Belegen bis kurz vor der Geburt), deren Tageslichtquotienten mit den im Deckzentrum gemessenen Werten nicht übereinstimmen. Die räumliche Trennung bedingt für die Hälfte der Betriebe zusätzlich veränderte Fenster/Wand-Aufstellungen und Fensterrichtungen.

Die Ergebnisse dieses Parameters sind folglich mit Einschränkungen zu beurteilen und lassen die Frage nach dem Einfluß der Lichtintensität auf die Wurfgröße offen.

Die signifikant niedrigeren Wurfgrößen auf der S-SW-W-Seite könnten mit einer Erhöhung der Umgebungstemperatur besonders in den Sommermonaten erklärt werden. Nach MEHLHORN (1979) ist in diesem Zeitraum die embryonale Sterblichkeit erhöht. Auch HENDEL und ELZE (1984) beobachteten über durchschnittlichen Monatstemperaturen von 18°C eine signifikante Abnahme der Trächtigkeitsraten und Wurfgrößen.

5.2.5 Einfluß der Beleuchtungsstärke auf Ausfälle wegen Unfruchtbarkeit

Die Ausfälle wegen Unfruchtbarkeit als Abgangsursache von Zuchtsauen sind in der Regel das Ergebnis verschiedener Unfruchtbarkeitseffekte. Wie bei den Umrauschquoten und den Absatz-Belegintervallen waren bei höherer Beleuchtungsintensität in hellen Deckzentren, in Sonnenlage oder bei fensterseitiger Aufstallung niedrigere Ausfallquoten zu erwarten (Tab. 7). Diese Ergebnisse können jedoch aufgrund fehlender Aufzeichnungen und eventueller Eintragungsfehler in den Zuchtunterlagen nicht statistisch abgesichert werden. Die Verringerung der Umrauschquoten und die Verkürzung der Absatz-Belegintervalle bei höherer Beleuchtungsstärke führt aber indirekt auch zu einer Verringerung der Ausfallquoten.

5.2.6. Betriebseffekte als Fehlerquelle

Trotz weitgehender Übereinstimmung des Zuchtgeschehens in den untersuchten Beständen und der getrennten Betrachtung "intensiver" und "konventioneller" Haltung ist Beteiligung unterschiedlicher, schwer kalkulierbarer Betriebseffekte in dieser Untersuchung nicht auszuschließen. Es besteht immerhin die Möglichkeit, daß gerade die gutgeführten, erfolgreichen Betriebe zufällig auch über helle Deckzentren verfügen. Die günstige Wirkung einer überwiegenden Fensterrichtung nach Süden sowie einer Aufstallung zur Fensterseite auf die Fruchtbarkeit sprechen jedoch gegen diese Vermutung.

Unabhängig von saisonalen Einflüssen sind anscheinend unter der Voraussetzung optimaler Tageslichtquotienten über 0,1 % oder 37 Lx (Tab. 9) gute Ergebnisse zu erzielen.

5.3 Saisonale Schwankungen der Fruchtbarkeitsparameter

In den Verlaufskurven der Parameter Absetz-Belegintervall, Wurfgrößen der Alt- und Jungsauen und Erstbedeckungsalter werden Unterschiede zwischen den jeweiligen Jahren sichtbar, die auf Witterungseinflüsse zurückgeführt werden könnten. Das Jahr 1982 scheint in der Tendenz schlechtere Ergebnisse aufzuweisen (Abb. 8c).

Innerhalb eines Jahres zeigen die jeweiligen Verlaufskurven (von Januar bis Dezember) jedoch insgesamt eine gewisse Ähnlichkeit. Dies trifft nicht für die einzelnen Monate zu, auf Jahresabschnitte bezogen werden aber tendenzielle Unterschiede deutlich. Dieser Trend zeigt sich auch bei den Einzelkurven und den über alle Jahre zusammengefaßten Verlaufskurven der übrigen Parameter (Abb. 8a, b).

Zur besseren Darstellung und Erörterung der Bedeutung der einzelnen Klimafaktoren für die Saisonalität der Fortpflanzung scheint daher eine Zusammenfassung der Parameter in Jahresabschnitten von 3 Monaten zweckmäßig.

Die einzelnen Jahresabschnitte unterscheiden sich nicht bei allen Parametern signifikant. Die Parallelität der jeweiligen Zeiträume demonstriert jedoch eine gewisse Wiederholbarkeit, die zu vorsichtigen Aussagen ermutigt (Abb. 8b).

Bei den umrauschenden Sauen werden die höchsten Quoten von August bis Oktober und November bis Januar, die niedrigsten Quoten von Februar bis April und Mai bis Juli beobachtet (Tab. 2). Durch die Registrierung der Umrauscher zum Zweitbedeckungstermin, der in der Regel 3 Wochen nach der Erstbedeckung folgt, können diese Ergebnisse um ca. einen Monat vorverlegt werden. Die schlechtesten Befruchtungsergebnisse treten folglich im Hochsommer und Frühherbst auf, die besten Ergebnisse werden während des jahreszeitlichen Überganges vom Winter zum Frühjahr beobachtet und stehen im Gegensatz zu den Aussagen STORKS (1976), der eine Leistungsdepression im Spätherbst feststellte und dies auf die abnehmende Tageslichtlänge zurückführte (Abb. 8b).

Mit hoher statistischer Wahrscheinlichkeit unterscheiden sich bei den Absetz-Belegintervallen das Winter- und Sommerhalbjahr (Tab. 3). Das kürzeste Intervall im Winterhalbjahr wird von Februar bis April, das längste Intervall im Sommerhalbjahr von August bis Oktober mit einem Unterschied von einem Tag beobachtet. Das entspricht den Veröffentlichungen BRAKES und ARTS (1982) sowie CLAUS et al. (1984), die das längste Absetz-Rauscheintervall in den Monaten Juni bis August feststellten (Abb. 8b).

Das Erstbedeckungsalter der Jungsauen zeigt eine vergleichbare signifikante Variabilität. Im Zeitraum August bis Oktober liegt das Alter um 3,9 Tage höher als in dem Zeitraum Februar bis Juli. Das bedeutet, daß die Jungsauen, die auf Grund ihres Alters bedeckungsreif wären, in den Hochsommermonaten verspätet gedeckt werden. Unter Berücksichtigung der Geburtsdaten ähneln diese Ergebnisse denen von FEREDAN und ARISANU (1981), die im Zeitraum Juli bis Dezember ein höheres Erstbedeckungsalter errechneten. TOMES und NIELSEN (1979) beobachteten diese verspätete Belegung im Frühsommer. Derartige geringe Abweichungen könnten auf der unterschiedlichen rechnerischen Zusammenfassung von Zeitabschnitten beruhen (Abb. 8b).

Die saisonalen Ausfallquoten weisen keine gesicherten, sondern nur tendenziell mit den erwähnten Parametern vergleichbare Unterschiede auf (Tab. 7). Das Maximum liegt im Zeitraum November bis Januar. Ein weiterer Höhepunkt wird im Zeitraum Mai bis Juli deutlich. In viel stärkerem Maße als bei den Umrauschquoten ist dieser Parameter von einer zeitlichen Verzögerung betroffen. Die eigentliche Fruchtbarkeitsstörung liegt zeitlich vor der Registrierung des Abgangsdatums. Es kann Monate dauern, bis eine Sau schließlich nach wiederholten erfolglosen Bemühungen um eine Trächtigkeit ausgemerzt wird. Unter dieser Voraussetzung kann das Auftreten der Fruchtbarkeitsstörung auch wieder in den Sommermonaten vermutet werden, wie dies bereits TOMES und NIELSEN (1979) beschrieben haben (Tab. 7).

Die saisonalen Verlaufskurven der Wurfgrößen von Alt- und Jungsauen sind annähernd vergleichbar, jedoch in ihrer jeweiligen Ausprägung nicht oder nur schwach signifikant (Tab. 5 und 6). Die größten Würfe sind im Zeitraum November bis Januar, die niedrigsten Würfe im Zeitraum Mai bis Juli zu beobachten (Abb. 8b). Das entspricht tendenziell den bisherigen Veröffentlichungen.

Zusammenfassend kann die jahreszeitliche Variabilität der Fortpflanzung beim Hausschwein bestätigt und durch Gliederung in vier Jahresabschnitte zum Teil genauer beschrieben werden. Nach einem Maximum an Fruchtbarkeitsdepression im Sommer verbessern sich die Reproduktionsleistungen über den Herbst zum Winter und Frühjahr hin in optimale Bereiche.

5.3.1 Die Tageslichtlänge als Ursache saisonaler Schwankungen

Als mögliche Ursachen saisonaler Effekte kommen die Klimafaktoren Temperatur, Tageslichtintensität und Tageslichtlänge infrage.

Die Tageslichtintensität unterliegt bei der Stallhaltung individuellen Schwankungen, die vom Tageslichtquotienten abhängig sind.

Die Tageslichtlänge ist als einziger Klimafaktor, mit Ausnahme fensterloser Bauhüllen, für alle Ställe zu jeder Jahreszeit eine feststehende Größe und kommt als Ursache saisonaler Schwankungen in die engere Wahl.

Unter extremen Langtagbedingungen über 12 Stunden scheint eine Fruchtbarkeitsdepression mit gewisser zeitlicher Verzögerung einzutreten. CLAUS et al. (1984) konnten die extrem langen Absetz-Belegintervalle in den Sommermonaten durch zeitlich begrenzte Verdunkelung der Fenster, d.h. Verringerung der natürlichen Tageslichtlängen, verkürzen. Im Gegensatz dazu beobachtete STORK (1976) eine Zunahme der Umrauschquoten im Herbst mit abnehmenden Tageslichtlängen.

Die Beleuchtungsdauer scheint auch die Wurfgrößen zu beeinflussen. In experimentellen Versuchen von BEKENEV et al. (1977), BENKOV (1974, 1978) und STEGER et al. (1971) konnten unter Kunstlichtregimen von 8 Stunden höhere Wurfzahlen erreicht werden als unter 16 Stunden. In den meisten Versuchen wirken sich Lichtregime von durchschnittlich 12 Stunden positiv auf die Reproduktionsergebnisse von Zuchtschweinen aus. Dieser Effekt könnte aber auch auf die relativ hohen Beleuchtungsintensitäten dieser Lichtprogramme zurückgeführt werden (STEIGER und MEHLHORN, 1977; HACKER et al., 1979; MEHLHORN, 1981).

Die eigenen Untersuchungen unter natürlichen Tageslichtlängen zeigen einen bei allen Parametern auftretenden negativen Einfluß einer Beleuchtungsdauer von über 12 bis 16 Stunden am Tag. Mit steigenden Tageslichtlängen von 8 bis 12 Stunden im Frühjahr und abnehmenden Tageslichtlängen unterhalb von 12 auf 8 Stunden im Herbst scheint sich die Fruchtbarkeitssituation zu verbessern. Nur die Wurfgrößen nehmen mit steigender Tageslichtlänge im Frühjahr kontinuierlich ab (Abb. 8b).

Zusammenfassend scheinen zwischen 8 und 12 Stunden Tageslichtlänge optimale Reproduktionsergebnisse erzielt zu werden. Eine Zu- bzw. Abnahme innerhalb dieser Grenzwerte übt evtl. einen stimulierenden Effekt aus.

5.3.2 Die Temperatur als Ursache saisonaler Schwankungen

Saisonale Effekte könnten aber auch auf den Einfluß der Umgebungstemperatur zurückgeführt werden. Tatsächlich besteht zwischen den Fruchtbarkeitsparametern und dem Verlauf der mittleren maximalen Temperatur eine enge Korrelation: Im Zeitraum Mai bis Oktober mit den höchsten Monatsmitteln (18°C bis 22°C) werden die schlechtesten Reproduktionsergebnisse beobachtet. Zwischen Wurfgrößen und Jahrestemperaturverlauf besteht auch nach KEINDORF und PLESCHER (1981) eine eindeutige negative Korrelation. Die schlechten Wurfsergebnisse können nach dieser Untersuchung jedoch nicht auf einer negativen Beeinflussung der Ovulationsrate beruhen, sondern müßten vielmehr mit embryonalen bzw. fetalen Fruchttod durch extrem hohe Umgebungstemperaturen erklärt werden (MEHLHORN, 1979). Derartige Temperaturen (Hitzestreß) führten in Klimakammerversuchen bei 35°C und langer Einwirkungsdauer zu echten Fruchtbarkeitsstörungen, wurden jedoch in Stallgebäuden der gemäßigteren Klimazonen selten erreicht (WETTEMANN et al., 1980 und HURTGEN et al., 1980). Durch ausschließliche Haltung in ausreichend belüfteten Stallgebäuden können extreme Temperaturschwankungen vermieden werden. Unter Beachtung des produktiven Temperaturbereiches des Schweines zwischen 5°C und 28°C (STOLPE, 1981) wären wirkliche Hitzebelastungen aufgrund mangelnder Lüftungskapazität nur an einzelnen Tagen im Sommer zu erwarten und würden dann nur bei längerer Einwirkungszeit mit einer Verzögerung von mehreren Wochen zu Fruchtbarkeitsstörungen führen (EINARSSON und LARSSON, 1982).

Eine Beteiligung der Temperatur am Zustandekommen saisonaler Fertilitätsunterschiede kann dennoch nicht ausgeschlossen werden. Der Tageslichtlänge als einzigem von der Stallhaltung unbeeinflußtem Klimafaktor müßte jedoch eine übergeordnete Rolle zugesprochen werden.

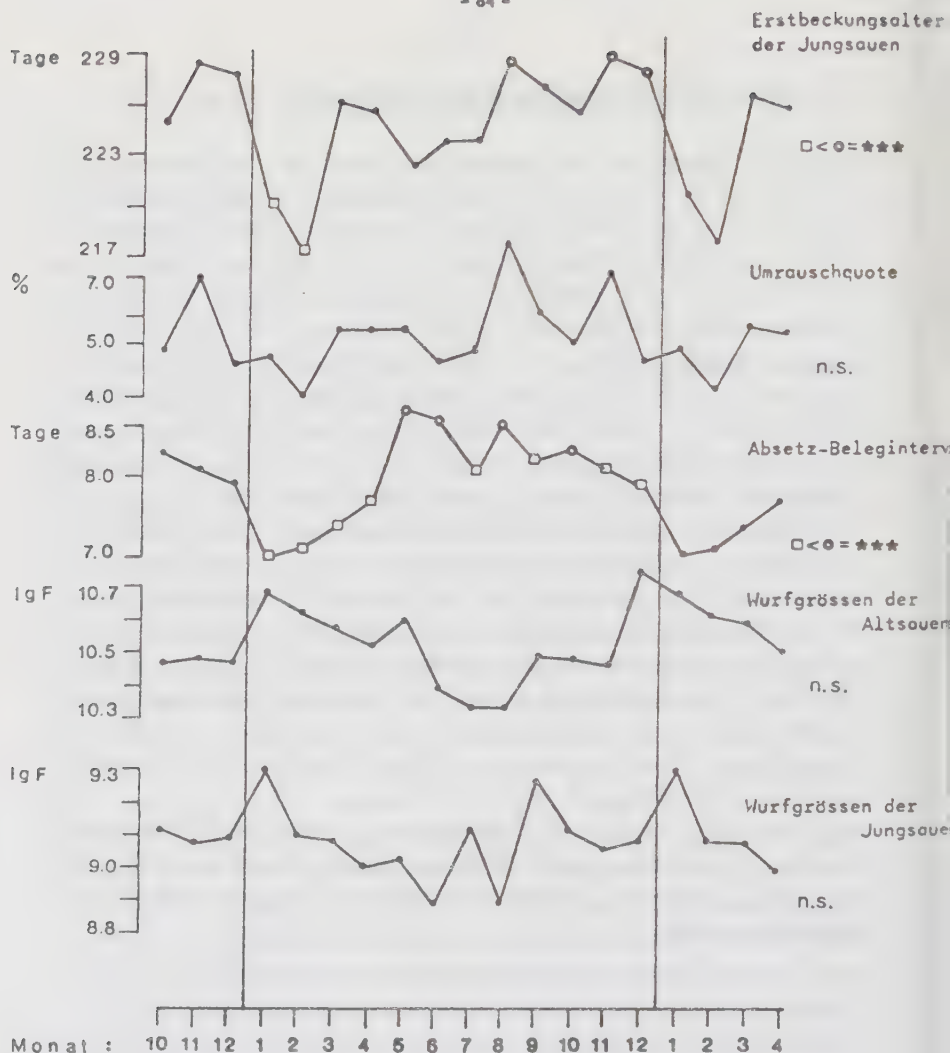


Abbildung 8 a: Monatsmittelwerte verschiedener Fruchtbarkeitsparameter von 1980 bis 1983

n.s.: nicht signifikant

***: $p < 0,001$

Ig F : Insgesamt geborene Ferkel

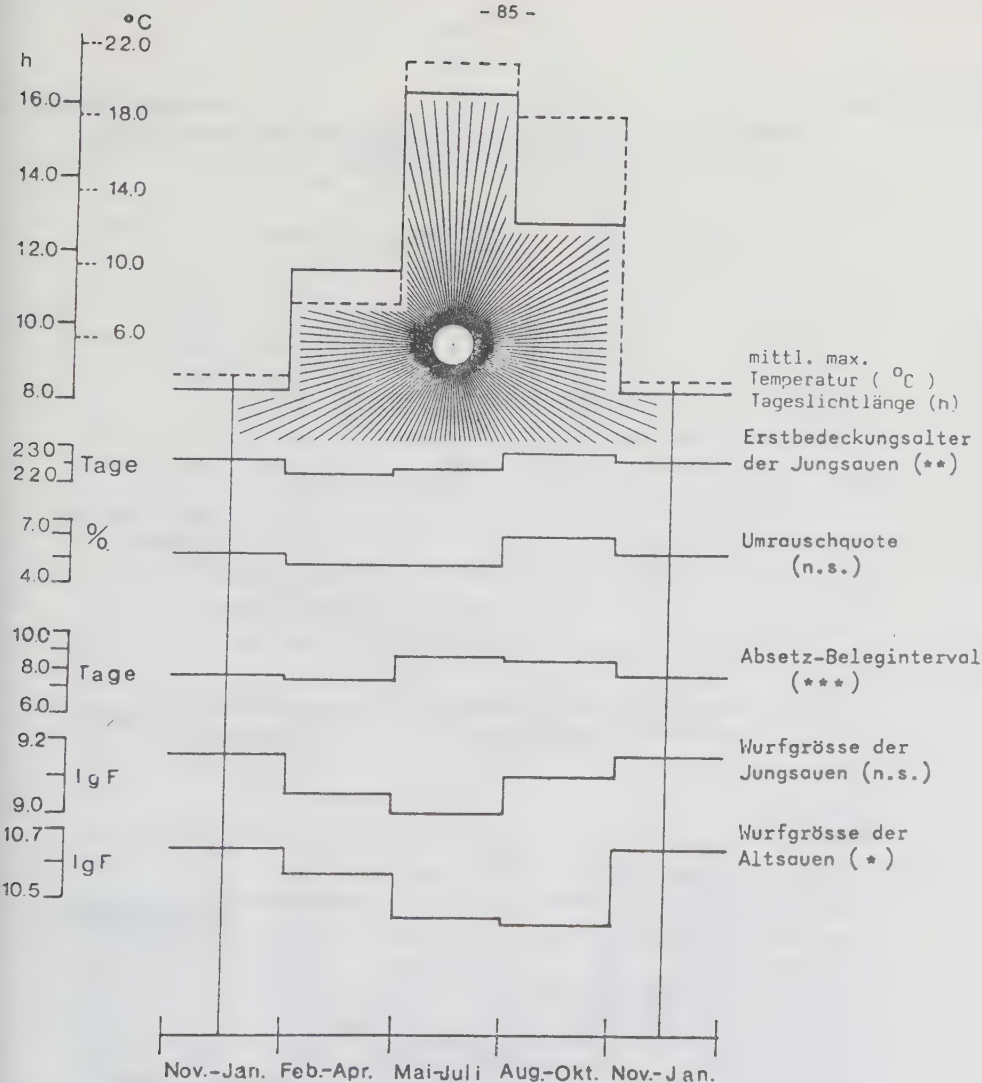


Abbildung 8 b: Mittelwerte verschiedener Fruchtbarkeitsparameter in den einzelnen Jahresabschnitten im Vergleich zur Tageslichtlänge und Aussentemperatur.

IgF : Insgesamt geborene Ferkel

n.s. : nicht signifikant

* : $p < 0,05$

** : $p < 0,01$

*** : $p < 0,001$

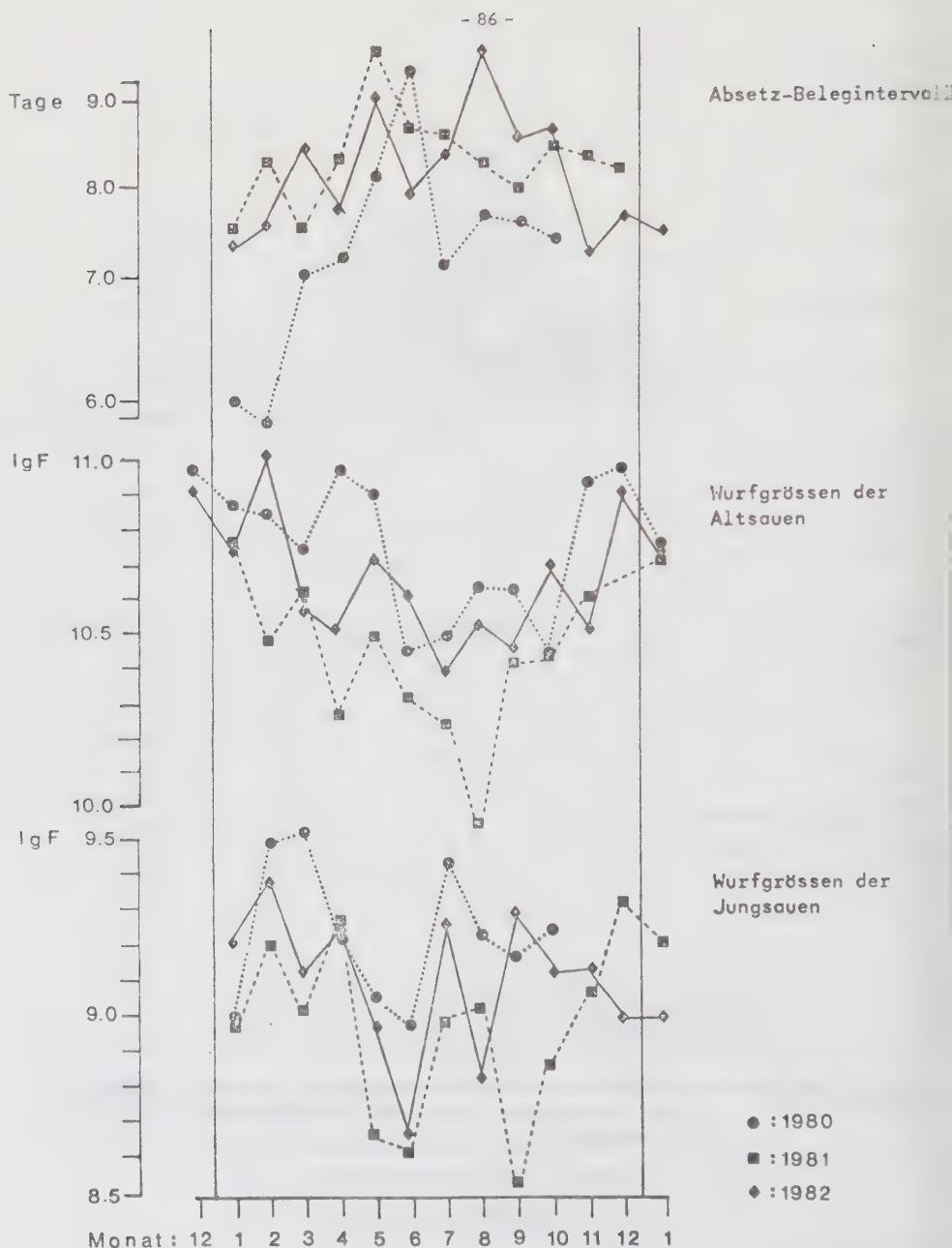


Abbildung 8 c: Monatsmittelwerte verschiedener Fruchtbarkeitsparameter in den Jahren 1980, 1981 und 1982

IgF: Insgesamt geborene Ferkel

Tabelle 8: Mittlere Beleuchtungsintensität (Lx), Tageslichtlänge (h) und maximale Temperatur (°C) in verschiedenen Jahresabschnitten

	A (Lx) $\times 10^3$	L (h)	T (°C)
Nov. - Jan.	7,3	8,3	3,8
Febr. - Apr.	21,7	11,5	8,1
Mai - Juli	37,4	16,3	21,3
Aug. - Okt.	27,1	12,8	18,4

Legende:

A : Beleuchtungsintensität im Freien (Lx)

L : Tageslichtlänge (h)

T : mittlere max. Temperatur (°C)

Tabelle 9: Gegenüberstellung von Tageslichtlänge, Beleuchtungsintensität im Deckzentrum und Fruchtbarkeitsergebnissen in den einzelnen Jahresabschnitten

	L (h)	U (%)	ABI (Tage)	JgF _{Alt}	JgF _{JS}	EBA (Tage)	I (Lx)
Nov.-Jan.	8,3	5,2	7,6	10,7	9,2	227	7,3
Febr.-Apr.	11,5	4,8	7,4	10,6	9,1	223	21,7
Mai-Juli	16,3	4,8	8,5	10,5	9,0	223	37,4
Aug.-Okt.	12,8	6,1	8,3	10,4	9,1	227	27,1

Legende:

U : Umrauschquote (%)

ABI : Absatz-Belegintervall (Tage)

JgF_{Alt/JS}: Insgesamt geborene Ferkel von Alt- bzw. Jungsauen

EBA : Erstbedeckungsalter der Jungsauen (Tage)

I : Beleuchtungsintensität (Lx) im Deckzentrum bei einem Tageslicht-quotient von 0,1 %.

5.4 Die Bedeutung unterschiedlicher Haltungsverfahren für die Fruchtbarkeit beim weiblichen Schwein

Die bisherigen eigenen Untersuchungen unterstreichen die Bedeutung der Tageslichtlänge an saisonalen Fruchtbarkeitsschwankungen und die Bedeutung der Beleuchtungsintensität des natürlichen Sonnenlichtes für die Fruchtbarkeit bei unterschiedlichen Fensterrichtungen und Haltungsverfahren der Deckzentren.

Der Einfluß unterschiedlicher Aufstellungsbedingungen kann in dieser Untersuchung ebenfalls zur Diskussion herangezogen werden.

HOOGERBRUGGE et al. (1981) und TUIJTE (1983) sehen zwischen Bewegungsmöglichkeit der Sauen in Gruppen sowie direkten Eberkontakt in Deckzentren und kürzeren Absatz-Belegintervallen einen engen Zusammenhang.

BRAKE und ARTS (1982) vertreten einen gegensätzlichen Standpunkt. SCHLICHTING et al. (1981) wiederum betonen allgemein die Vorzüge von Bewegung, die das Aktionsbedürfnis der Schweine noch stärker beeinflussen als das Vorhandensein von Einstreu.

Die eigenen Untersuchungen bestätigen diesen Trend. Die Hälfte der intensiv geführten Deckzentren verfügt über Bewegungsmöglichkeit in Gruppenhaltung. Bei den konventionell geführten Deckzentren werden alle Sauen einzeln in Freß-Liegeboxen gehalten (Tab. 1).

Die Absatz-Belegintervalle sind in den intensiven Haltungsverfahren um ca. 2 Tage kürzer als in den konventionellen Haltungsverfahren ($p < 0,001$). Die alleinige Bewegungsmöglichkeit scheint bei diesem Parameter die Vorzüge von Einstreu bei Einzelhaltung zu übertreffen (Tab. 3, Abb. 3b).

Bei den Umrauschquoten gilt es zu beachten, daß der Erfolg einer Konzeption im wesentlichen von der Zeit nach der Belegung abhängig ist. In beiden Haltungsverfahren werden die Sauen postkonzeptionell bis zur Umrauschkontrolle (3 Wochen nach erfolgter Bedeckung) einzeln in Freß-Liegeboxen gehalten. Generell scheinen die Umrauschquoten bei den konventionellen Haltungsverfahren (mit Einstreu) niedriger zu sein. In den hellen Deckzentren beträgt dieser Unterschied ca. 2 % ($p < 0,001$; Tab. 2; Abb. 2b).

Die Frage, ob sich Einzel- oder Gruppenhaltung vorteilhafter auf die Wurfgrößen auswirkt, läßt sich schwer beantworten, weil die Sauen während ihrer Tragezeit zwei Stallabteilungen durchlaufen: Bis zur Umrauschkontrolle im Deckzentrum, danach im

Wartestall in ausschließlicher Einzelhaltung. Die Wurfgröße wird in diesem Zeitraum von mehreren Faktoren beeinflusst: z.B. von der Ovulationsrate während der Bedeckung und von der embryonalen Sterblichkeit im Verlauf der Trächtigkeit. Allen 33 Betrieben ist jedoch die Art der Aufstallung für beide Stallabteilungen gemeinsam: Bei der konventionellen Haltungsform werden 0,57 bzw. 0,55 Ferkel für Alt- bzw. Jungsauen mehr als bei der intensiven Aufstallung erzielt ($p < 0,001$; Tab. 5, Abb. 5b). Dieser Trend macht sich auch bei der Häufigkeitsverteilung bemerkbar (Abb. 5a; 6a).

Das Erstbedeckungsalter unterscheidet sich nicht in den unterschiedlichen Haltungssystemen, da die Jungsauen sowohl mit Einstreu als auch auf Spaltenböden in Gruppen gehalten werden.

Die Ausfallquoten sind aufgrund der zu geringen Anzahl an intensiv gehaltenen Sauen zur Diskussion nicht geeignet.

Die eigenen Untersuchungen bestätigen den positiven Einfluß von Bewegung und Eberkontakt für die Absetz-Belegintervalle. Die Frage nach konventioneller oder intensiver Haltung kann in der Tendenz zu Gunsten der Haltung auf planbefestigten Böden mit Einstreu für die Parameter Umrauschquote und Wurfgrößen entschieden werden. Bis zur Belegung wäre vermutlich Bewegung in Gruppenhaltung auf planbefestigten Böden mit Einstreu besonders vorteilhaft.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Das Licht als bedeutender Umweltfaktor beeinflusst die allgemeinen Lebensvorgänge aller Organismen. Die Wirkung des Lichts auf fortpflanzungsbiologische Vorgänge ist noch nicht in allen Einzelheiten geklärt. Die Epiphyse spielt dabei als zentraler Vermittler eine wichtige Rolle.

Das Sonnenlicht wird hauptsächlich über das Auge perzipiert. Das Schweineauge ist dem des Menschen bezüglich seiner Empfindlichkeit vergleichbar. Das Licht wirkt beim Schwein in zweierlei Weise auf die Sexualfunktionen:

- 1.) Über die Tageslichtlänge als Zeitgeber zirkannualer Effekte,
- 2.) über die Beleuchtungsintensität.

Die Bedeutung der Intensität des natürlichen Sonnenlichtes für die Fruchtbarkeit war Schwerpunkt dieser Untersuchung.

In 33 Zuchtbetrieben mit je 60 bis 180 Sauen wurden im Zeitraum von Januar 1980 bis Juli 1983 als Fruchtbarkeitsparameter die Umrauschquoten, Absetz-Belegintervalle, das Erstbedeckungsalter der Jungsauen und die Wurfgrößen von Jung- und Altsauen nach Monaten gegliedert, erfaßt und ausgewertet.

Die Messung der Beleuchtungsstärke in den Deckzentren ergab Tageslichtquotienten von 0,001 % bis 1,0 %. Die Fruchtbarkeitsergebnisse in dunklen und hellen Deckställen (Tageslichtquotienten unter bzw. über 0,1 %) wurden generell sowie innerhalb unterschiedlicher Haltungsverfahren (Einstreu, planbefestigte Böden bzw. einstreulos, Spaltenböden) und innerhalb verschiedener Jahresabschnitte verglichen. Zusätzlich wurde der Einfluß des Tageslichtes bei unterschiedlichen Fensterrichtungen der Deckzentren und Aufstellungsrichtungen der Sauen untersucht.

Die saisonalen Fruchtbarkeitsschwankungen wurden bezüglich ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Klimafaktoren diskutiert.

Die Ergebnisse wurden mittels Varianz- und Korrelationsanalyse auf Unterschiede bzw. Abhängigkeiten geprüft.

In den hellen Deckställen, in Sonnenlage (O-S-W) und bei fenstersseitiger Aufstellung waren die Umrauschquoten im Vergleich zu den dunklen Deckställen bzw. zur Schattenlage (NW-N-NO) oder wandseitiger Aufstellung durchschnittlich um 3,0 % niedriger ($p < 0,001$). In der Tendenz zeigten auch die hellen Deckzentren in allen vier Jahresabschnitten bessere Resultate. Zwischen Tageslichtquotienten und Umrauschquoten ergab sich eine signifikante negative Korrelation ($p < 0,001$).

Für die Absetz-Belegintervalle konnten unter allen Gesichtspunkten signifikante Unterschiede mit durchschnittlich 2,5 Tagen zugunsten höherer Beleuchtungsstärken bestätigt werden ($p < 0,001$). Zwischen diesem Parameter und Tageslichtquotienten bestand ebenfalls eine signifikante negative Korrelation ($p < 0,001$).

Die übrigen Parameter wurden anscheinend weniger von der Beleuchtungsintensität als von den Haltungbedingungen beeinflusst.

Unterschiede in den einzelnen Jahren bzw. saisonale Unterschiede waren nicht oder nur schwach signifikant. Alle Parameter zeigten jedoch einen vergleichbaren Jahresverlauf: Bei Tageslichtlängen von über 12 bis 16 Stunden war mit einer Fruchtbarkeitsdepression zu rechnen, die ihren Höhepunkt im Hochsommer/Frühherbst, ihren Tiefpunkt im Winter/Frühjahr (zwischen 8 bis 12 Stunden) erreichte.

Die konventionelle Haltung war mit ca. 2 % in der Umrauschquote bzw. 0,6 Ferkeln pro Wurf der intensiven Haltungsform überlegen ($p < 0,001$). Eine Ausnahme bilden die Absetz-Belegintervalle bei Intensivhaltung, die um ca. 2 Tage kürzer als bei der konventionellen Einzelhaltung sind ($p < 0,001$). Dies ist durch einen hohen Anteil an Gruppenhaltung zu erklären.

Zusammenfassend scheinen daher höhere Lichtintensität, Bewegungsmöglichkeit und Eberkontakt vor der Belegung sowie die Haltung auf planbefestigten Böden mit Einstreu die Fruchtbarkeitssituation zu verbessern. Dunkle Deckställe sollten zusätzlich künstlich beleuchtet werden bzw. sollte bei Stallum- oder Neubauten ein Fenster-Boden-Verhältnis von 1:12 bis 1:20 berücksichtigt werden, mit dem Tageslichtquotienten über 0,1 % erreicht werden. Die natürlichen oder künstlichen Lichtperioden sollten 12 Stunden am Tag nicht überschreiten. Außerdem scheint die Einrichtung der Fenster zur Sonnenseite (O-S-Richtung) die Fruchtbarkeitslage in den Deckzentren ebenfalls günstig zu beeinflussen, sofern damit keine Aufheizung des Stalles verbunden ist (S-W-Richtung).

7. SUMMARY

Light as an important climatic factor is influencing physiological processes of most organisms. The effect of light, after perception by the mammalian eye, is mainly mediated by the pineal gland. The eye of the pig is similar to the human eye in respect to anatomy and sensitivity.

Light is acting on the sexual functions of pigs in two ways:

- 1) by duration of daylight as a Zeitgeber for circannual effects,
- 2) by light intensity.

The effect of natural light intensity on reproduction was the main subject of this investigation.

Data from 33 herds, each with 60 to 180 sows, covering the time from Jan. 1980 to July 1983 have been recorded in respect to litter size, percentage of returns to service, weaning to estrus interval and age at first service in gilts.

Measurement of light intensity in service areas of 33 herds resulted in daylight (inside/outside) ratios varying from 0.001 to 1.0 %. Service areas above 0.1 % were considered "light", those with lower values as "dark". Direction of the windows of service areas, season and type of housing were evaluated as additional criteria. The results were tested by variance and correlation analysis.

Returns to service were on average 3 % lower in light service areas, on the window side and when windows were directed to the sunny sides (E-S-W) as compared to dark ones, the wall side and the shadow side (NW-N-NE) respectively ($p < 0.001$). The light service areas were also superior within the different seasons. There was a negative correlation between daylight ratio and returns to service ($p < 0.001$).

Weaning to estrus intervals were by 2.5 days shorter on average in all lighter conditions ($p < 0.001$). There was also a negative correlation between this parameter and daylight coefficients ($p < 0.001$).

The other reproduction parameters were more intensely influenced by type of housing than light intensity.

Within years and between seasons all parameters show a similar course: Light above 12 to 16 hours per day results in a general depression of fertility with a maximum through summer and autumn and a minimum from winter to spring (8 to 12 hours).

The weaning to estrus intervals in the intensive type of housing (with a high percentage of sows in group pens) were on average 2 days shorter as compared to the conventional one ($p < 0.001$). The returns to service and the litter sizes were on average 2 % or 0.6 piglets better in the conventional type of housing than in the intensive ones ($p < 0.001$).

Housing in groups with contact to the boar and conventional housing in service areas seems to improve fertility. Under natural light a window floor ratio of 1:12 to 1:20 results in a daylight ratio above minimal 0.1 %. The artificial or natural light periods should not last longer than 12 hours. Further the direction of windows of service areas to the sunny side (E-S) seems also to improve the fertility of sows.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ANON. (1977):

Effect of light on reproduction and growth in gilts.

Report of the Agricultural Research Institute of Ontario, April 1, 1976 to March 31, 1977, S. 16

ANON. (1978):

Effect of light on puberty in the gilt.

Report of the Agricultural Research Institute of Ontario, April 1, 1977 to March 31, 1978, S. 18

ANON. (1979):

Age at puberty in the gilt and its control.

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 48, 32

ANON. (1980):

Effect of light on swine.

Report of the Agricultural Research Institute of Ontario, April 1, 1979 to March 31, 1980; S. 8

ANON. (1982):

"Jahresbericht 1982".

Erzeugerring Westfalen e.G., Münster

ANON. (1982):

Berichte aus Verden.

Ausschuß der Erzeugerringe im Rechenzentrum Verden, Verden

ANON. (1982):

Auswertung und Ergebnisse - Ferkelerzeugung, Schweinemast, Zucht und Vermehrung, Rindermast.

Verein zur Förderung der bäuerlichen Veredelungswirtschaft im Reg.-Bez. Lüneburg e.V., Uelzen

ANON. (1983):

Deckzentrum: Einzelhaltung mit Auslauf am besten.

Top Agrar 1983, Nr. 5, S. 33

ANON. (1983):

Tageslicht in Innenräumen (DIN NORM 5034).

Deutsches Institut für Normung

Verlag Beuth, Berlin

ADAMS, A.E. (1975):

Hypothalamus: Einige Grundlagen zur Diagnostik.

Münchn. med. Wschr. 177, 231-236

ASCHOFF, J. (1981):

Lichtwirkung auf das circadiane System von Säugetieren und Vögeln.

in: 3. Int. Symp. "Wirkung des sichtbaren Lichtes und der Ultraviolettstrahlung auf den Menschen und auf landwirtschaftliche Nutztiere", Leipzig 1981, Bd. 1, S. 22-48

AUMAITRE, A., J. DAGORN, C. LEGAULT und M. LE DEMNAT (1976):

Influence of Farm Management and breed type on sows conception - weaning interval and productivity in France.

Livestock Prod. Sci. 3, 75-83

AXELROD, J. (1974):

Pineal gland: a neurochemical transducer.

Science 184, 1341-1348

BALDWIN, B.A. und G.B. MEESE (1977):

Sensory reinforcement and relumination preference in the domesticated pig.

Anim. Behaviour. 25, 497-507

BALDWIN, B.A. (1979):

Operant studies on the behaviour of pigs and sheep in relation to the physical environment.

J. Anim. Sci. 49, 1125-1134

BECHER, H. (1955):

Über ein vegetatives Kerngebiet und neurosekretorische Leistungen der Ganglienzellen in der Netzhaut.

23. Beih. d. Klin. Mbl. Augenheilkunde.

Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart, S. 1-28

BENKOV, M. (1974):

(Production of sows maintained under different light conditions). (bulg.)

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 43, 4111

BENKOV, M. (1978):

(Performance of sows from the second generation maintained under different light regimes). (bulg.)

Zivotnovodni Nauki. 15, Nr. 8, 16-20

BEKENEV, V.A. und A. VYSTAVNOI (1976):

(Effect of length of daylight on development and performance of sows). (russ.)

Ref. in: Dairy Sci. Abstr. 40, 79

BEKENEV, V.A., B.V. ZAITSEV und T.A. DEMENT'EVA (1977):

(Effect of day length on the protein and nucleic acid concentrations in the liver of growing pigs). (russ.)

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 46, 3409

BEUTEL, P. und W. SCHUBÖ (1983):

SPSS 9-Statistik-Programmsystem für die Sozialwissenschaften. 4. Aufl.

Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, New York

BRAKE, J.H.A. te und J.A.M. ARTS (1982):

(Influence of housing, season and management on sow fertility).

Bedrijfsontwikkeling 13, 716-719

CAMPBELL, R.C. (1971):

Statistische Methoden für Biologie und Medizin.

Verlag Georg Thieme, Stuttgart

CLAUS, R., D. SCHOPPER und H.-G. WAGNER (1983):

Seasonal effect on steroids in blood plasma and seminal plasma of boars.

J. Steroid Biochem. 19, 725-729

CLAUS, R., G. SCHELKLE und U. WEILER (1984):

Erste Versuche zur Verbesserung der Fruchtbarkeitslage von Sauen im Sommer durch ein Lichtprogramm.

Zuchthygiene 19, 49-56

CLAUS, R., H.G. WAGNER und U. WEILER (1984):

Influence of age and season on reproductive functions of boars.

Zuchthygiene 19, 49-56

CROMWELL, G.L., V.W. HAYS, J.R. OVERFIELD und B.E. LANGLOIS (1976):

Effects of antibiotics, season and parity on reproductive performance of sows.

J. Anim. Sci. 43, 251

DAGORN, J., J. ALBAR, M. LE DEMNAT und J.C. UHLEN (1979):

Variations saisonniers des performances des truies dans deux régions francaises.

Techni-Porc. 2, Nr. 1, 7-17

DORN, W. (1981):

Zum Erkenntnisstand über die durch Lichtwirkung beeinflussten neurohormonalen Regulationsmechanismen.

in: 3. Int. Symp. "Wirkung des sichtbaren Lichtes und der Ultraviolettstrahlung auf den Menschen und auf landwirtschaftliche Nutztiere", Leipzig 1981. Bd. 1, S. 123-141

EGBUNIKE, G.N. und J. STEINBACH (1979):

Seasonal variations in the sperm production rates of boars in a humid tropical environment.

Nig. J. Agric. Sci. 1, Nr. 1, 21-26

EIKJE, E.D. (1974):

Phenotypic and genetic parameters of litter size in pigs.

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 44, 2235

EINARSSON, S. und K. LARSSON (1982):

Exposure of boars to elevated ambient temperature: Morphological studies of the ejaculated semen.

Proc. 7th. congr. JPVS, Mexico 1982, S. 215

ENTWISTLE, K.W., A. TAKKEN und L.J. DANIELS (1978):

Reproductive performance in a central Queensland pig herd.

Proc. Austr. Soc. Anim. Prod. 12, 264

FAUST, V. (1976):

Biometeorologie. 1. Aufl.

Verlag Hippokrates, Stuttgart

FEREDEAN, T. und J. ARISANU (1981):

Sows productivity in industrial pig breeding in Romania.

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 50, 2642

FIEDLER, E. (1984):

Moderne Haltungsverfahren für Schweine - Probleme und Lösungen.

in: Handbuch der tierischen Veredelung 84., S. 99-108

Verlag Klamke, Osnabrück

FUFAEV, I., V. GROMCHENKO und G. PICHIK (1976):

(Planning piglet production at large farms). (russ.)

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 45, 1474

GRAF, R. (1975):

Visuelles Orientierungsvermögen der Schweine in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke.

Bern, Univ., Veterinärmed. Fak., Diss.

GREENBERG, L.G. und J.P. MAHONE (1982):

Failure of a 16 h L: 8 h D or an 8 h L: 16 h D photoperiod to influence lactation or reproductive efficiency in sows.

Can. J. Anim. Sci. 62, 141-145

GRÜTZE, J., G. GUTTE, S. MÜLLER und E. BRAUER (1981):

Histometrische Untersuchungen an den Neuronen ausgewählter Kerngebiete der hypothalamischen Sexualzentren bei unter verschiedenen Lichtbedingungen gehaltenen Schweinen (*sus scrofa domesticus*).

Arch. Exp. Veterinärmed. 35, 763-769

GUTTE, G. und J. GRÜTZE (1979):

Morphologische Veränderungen an der Epiphysis cerebri von Hausschweinen (*sus scrofa domesticus*) in Abhängigkeit vom Licht.

Arch. Exp. Veterinärmed. 33, 899-907

GUTTE, G. und J. GRÜTZE (1981):

Morphologische und morphometrische Veränderungen an endocrinen Organen von Schweinen in Abhängigkeit von verschiedenen Lichtregimen.

in: 3. Int. Symp. "Wirkung des sichtbaren Lichtes und der Ultraviolettstrahlung auf den Menschen und auf landwirtschaftliche Nutztiere", Leipzig 1981, Bd. 1, S. 141-148

GUTTE, G., J. GRÜTZE und R. MOSEBACH (1982):

Morphologische Veränderungen an der epiphysis cerebri weiblicher und kastrierter männlicher Schweine nach Anwendung unterschiedlicher Lichtregime.

Arch. Exp. Veterinärmed. 36, 315-321

HACKER, R.R., W.H. BEARS und R.P. FORSHAW (1973):

Light dark cycle preferred by growing pigs.

J. Anim. Sci. 37, 245

HACKER, R.R., G.J. KING, B.N. NTUNDE und R. NARENDRAN (1979):

Plasma oestrogen, progesteron and other reproductive responses of gilts to photoperiods.

J. Reprod. Fert. 57, 447-451

HACKER, R.R. (1981):

Effect of light on domestic animal reproduction.

in: 3. Int. Symp. "Wirkung des sichtbaren Lichtes und der Ultraviolettstrahlung auf den Menschen und auf landwirtschaftliche Nutztiere", Leipzig 1981, Bd. 1, S. 110-123

HAUTZINGER, G.M. und B.E. PIACSEK (1973):

Influence of duration, intensity and spectrum of light exposure on sexual maturation of female rats.

Fed. proc. 32, 213

HENDEL, Ch. und K. ELZE (1984):

Trächtigkeitsraten und Wurfgrößen bei Altsauen und Jungsauen in Beziehung zum Besamungsmonat und zur durchschnittlichen Außentemperatur.

Monatsh. Veterinärmed. 39, 427-430

HENZE, A. und A. KRETZSCHMAR (1980):

Zur Organisation der duldungsorientierten Besamung von Sauen.

Tierzucht. 34, 35-38

HOAGLAND, T.A., M.A. DICKMAN und P.V. MALVEN (1981):

Failure of stress and supplemental lighting to affect release of prolactin in swine.

J. Anim. Sci. 53, 467-472

HOFFMANN, J.C. (1973):

Influence of photoperiod on reproductive functions in female mammals.

in: Handbook of physiology. Section 7: Endocrinology. Volume II

Female reproductive system, Part 1, 57-77

Waverly Press Inc., Baltimore, Maryland

HÖGES, J.L. (1984):

Haltung der Sauen und Ferkel.

in: Handbuch der tierischen Veredelung 84, S. 109

Verlag Hermann Klamke, Osnabrück

HOLLWICH, F. (1948):

Untersuchungen über die Beeinflussung funktioneller Abläufe, insbesondere des Wasserhaushaltes durch energetische Anteile der Sehbahn.

Ber. dtsch. ophthal. Ges. 54, 326-329

HOOGERBRUGGE, A., N.T.C.J. SALDEN und P.H. HEMSWORTH (1981):

Stimulierung der Fortpflanzung bei Sauen durch Haltungsmassnahmen.

Tierzüchter. 33, 478-480

HOY, S. und G. MEHLHORN (1981):

Wirkung von Kunst- und Naturlicht auf den Eintritt der Geschlechtsreife bei Jungsauen.
Monatsh. Veterinärmed. 36, 568-573

HOY, S. und G. MEHLHORN (1981):

Wirkung von Kunst- und Naturlicht auf ausgewählte Parameter der Fruchtbarkeitsleistung bei Jungsauen.
Monatsh. Veterinärmed. 36, 573-576

HOY, S., U. SCHNURRBUSCH und G. MEHLHORN (1982):

Wirkung von Natur- und Kunstlicht auf die Entwicklung der Geschlechtsorgane weiblicher Schweine.
Monatsh. Veterinärmed. 37, 208-212

HOY, S., U. SCHNURRBUSCH und G. MEHLHORN (1982):

Einfluß der Lichttaglänge und Lichtintensität auf die Entwicklung der Geschlechtsorgane bei Kunstlicht gehaltener weiblicher Schweine.
Monatsh. Veterinärmed. 37, 649-652

HURTGEN, J.P., A.D. LEMAN und B. CRABO (1980):

Effect of season, parity and housing factors on estrus and fertility in swine.
in: 6. Kongr. Int. Tierärztl. Ges., Fachgeb. Schweine, Kopenhagen 1980.
Kongreßber., S. 20

HURTGEN, J.P. und A.D. LEMAN (1981):

Seasonal breeding pattern of sows in seven confinement herds.
Theriogenology 16, 505-511

JOSHI, B.C., K. SINGH und N.K. BHATTACHARYA (1975):

Seasonal variation in breeding performance of Large White Yorkshire sows.
Indian J. Anim. Sci. 45, 287-289

KAPPERS, J.A. (1969):

Mammalian pineal organ.
J. neuro-visceral Rel. Suppl. 9, 140-184

KEINDORF, A. und W. PLESCHER (1981):

Jahreszeiteinfluß auf die Fruchtbarkeitsleistungen der Schweine unter besonderer Berücksichtigung der Sommermonate.

Monatsh. Veterinärmed. 36, 324-330

KLOCHKOV, D.V. (1978):

(Effect of photoperiod on the gonadotropic function of the pituitary, during the reproductive cycle in pigs). (russ.)

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 47, 6672

KLOCHKOV, D.V. und R.G. GULEVICH (1981):

(Reproduction in pigs and blood concentrations of oestradiol under continuous illumination). (russ.)

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 50, 3267

LAHRMANN, K.H. und H. PLONAIT (1984):

Influence of natural light in the service area on fertility of sows.

Proc. 8th. IPVS Congress, Ghent, 300

LEGAULT, C., J. DAGORN und D. TASTU (1975):

Effect of month of farrowing, litter order and genetic type of the mother on the components of sow productivity in French farms.

Journées Rech. Porcine en France, 1975, XLIII-LII.

LINDENBEIN, B. (1983):

Persönliche Mitteilung vom 2. November.

LUTTER, K. und U. HÜHN (1980):

Untersuchungen über jahreszeitliche Schwankungen der Sauenfruchtbarkeit.

Monatsh. Veterinärmed. 35, 819-822

MABRY, J.W., F.L. CUNNINGHAM, R.R. KRAELING und G.B. RAMPACEK (1982):

Effect of artificially extended photoperiod during lactation on maternal performance of the sow.

J. Anim. Sci. 54, 918-921

MAHONE, J.P., T. BERGER, E.D. CLEGG und W.L. SINGLETON (1979):

Photoinduction of puberty in boars during naturally occurring short daylength.

J. Anim. Sci. 48, 1159-1164

MARTINAT-BOTTE, F., B. BADONARD und M. TERQI (1984):

Effect of some parameters on the drying-off-1st estrus interval.

Results von 1975-1982.

Journées Rech. Porcine en France., Nr. 16, 153-160

MAUSOLF, M. und P. HORST (1984):

Auswirkungen subtropischer Klimabelastungen auf das Reproduktionsgeschehen beim Fleischschwein.

Züchtungskunde 56, 190-199

MC COMACK, C.E. (1973):

Effect of abrupt lengthening of the photoperiod on the onset of ovulation in rats.

Fed. Proc. 32, 283

MEHLHORN, G. (1977):

Bedeutung biologischer Rhythmen und künstlicher Lichtregime für die industriemäßige Schweineproduktion.

Monatsh. Veterinärmed. 32, 422-429

MEHLHORN, G. (1978):

in: L. Lyhs (Hrsg.): Umwelt und Leistung landwirtschaftlicher Nutztiere.

Verlag VEB Gustav Fischer, Jena. S. 15-34

MEHLHORN, G. (1979):

Lehrbuch der Tierhygiene Teil 1. 1. Auflage

Verlag VEB Gustav Fischer, Jena

MEHLHORN, G. (1981):

Licht als Umweltfaktor in der Tierproduktion.

in: 3. Int. Symp. "Wirkung des sichtbaren Lichtes und der Ultraviolettstrahlung auf den Menschen und auf landwirtschaftliche Nutztiere", Leipzig 1981. Bd. 1, S. 11-22

MEHLHORN, G. (1981):

Die Gestaltung des Beleuchtungsregimes in Schweineställen.

Tierzucht. 35, 463-466

MISKOVIC, M., M. SIMIC, B. STANCIC und V. MRVIC (1981):

(Performance of sows under large-scale conditions of production. 1. The effect of season on some reproductive characters). (jugos.)

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 50, 7379

MOORE, R.Y. und D.C. KLEIN (1974):

Visual pathways and the central neural control of a circadian rhythm in pineal serotonin N-acetyltransferase activity.

Brain Res. 71, 17-34

MOSKOWSKA, A. (1965):

Contribution à l'étude du mécanisme de l'antagonisme épiphyso-hypophysaire.

Progr. Brain Res. 10, 564-575

MOTHES, E. (1984):

Verfahren der Tierproduktion - Bau, Klima, Hygiene.

Verlag VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

NISHINO, H., K. KOIZUMI und CH. MAC BROOKS (1976):

Role of suprachiasmatic nuclei of the hypothalamus in the production of circadian rhythm.

Brain Res. 112, 45-56

NTUNDE, B.N. (1978):

Pineal and light mediation of swine reproduction.

Ref. in: Diss. Abstr. Int., B 39 (1978), S. 5-6

NTUNDE, B.N., R.R. HACKER und G.J. KING (1979):

Influence of photoperiod on growth, puberty and plasma LH levels in gilts.

J. Anim. Sci. 48, 1401-1406

PERERA, A.M., R.R. HACKER und G.J. KING (1980):

Effects of different photoperiods on reproduction in the sow.

in: 6. Kongr. Int. Tierärztl. Ges., Fachgeb. Schweine, Kopenhagen 1980.

Kongreßber., S. 21

PERERA, A.M. und R.R. HACKER (1984):

Effect of different photoperiods on reproduction in the sow.

J. Anim. Sci. 58, 1418-1422

POPOVIC, M. und K. SALAHOVIC (1973):

(Seasonal effect on some reproductiv characters of sows and mortality of piglets on large farms). (serb.)

Ref. In: Anim. Breed. Abstr. 42, 271

POPZOPKO, P. (1984):

Altersbezogene optimale Temperaturzone bei Haustieren.

Arch. exp. Veterinärmed. 38, 411-418

RAVAULT, J.P., F. MARTINAT-BOTTE, R. MAUGET, N. MARTINET, A. LOCATELLI und F. BARITEAU (1982):

Influence of the duration of daylight on prolactin secretion in the pig: hourly rhythm in ovariectomized females, monthly variation in domestic (male and female) and wild strains during the year.

Biol. Reprod. 27, 1084-1089

ROMMEL, W. (1977):

Neuroendokrine Regulation der Fortpflanzung.

in: D. Küst und F. Schätz (Hrsg.): Fortpflanzungsstörungen bei den Haustieren. 5. Aufl.

Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart

SACHS, L. (1983):

Angewandte Statistik - Anwendung statistischer Methoden. 6. Aufl.

Verlag Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo

SCHLICHTING, M.G., J. STUHEK, H.H. THIELSCHER, J. UNSHELM und D. SMIDT (1981):
Ethologische und verhaltensphysiologische Aspekte der Haltung von Jungsauen in
unterschiedlichen Haltungssystemen.

Tierzüchter. 33, 431-433

SCHNURRBUSCH, U., S. HOY, G. GUTTE und J. GRÜTZE (1982):

Der Einfluß extremer Lichttaglängen auf die Entwicklung der Ovarien und Uteri und die
Funktion der Epiphysis cerebri immaturer Schweine.

Arch. exp. Veterinärmed. 36, 485-497

SCHOPPER, D., J. GAUS, R. CLAUS und H. BADER (1983):

Saisonale Fortpflanzung beim Haus- und Wildschweineber.

Zuchthygiene 17, 103

SMIDT, D. (1979):

Eroszenter in der Ferkelerzeugung aus fortpflanzungsbiologischer Sicht.

Tierzüchter 31, 55-56

STEGE, H., H. KRIMSE, G. LOECK, U. HUHN, F. PUSCHEL und H. SCHREMMER
(1971):

Untersuchungen zur Hell- und Dunkelstallhaltung von Zuchtsauen und Ebern.

Arch. Tierzucht. 14, 55-67

STEIGER, S. und G. MEHLHORN (1977):

Erhöhung der Fruchtbarkeitsleistung der Sau durch Anwendung von Lichtregimen.

Tierzucht. 31, 461-462

STEINBACH, J. (1973):

Bioclimatic influences on the reproductive process in swine in a humid tropical
environment.

Int. J. Biometeor. 17, 141-145

STOLPE, J. (1981):

Bedeutung der Stalllufttemperatur für die Leistung und Gesundheit der Tiere.

Tierzucht 35, 472

STORK, M.G. (1976):

Seasonal reproductive inefficiency.

Proc. Plg. Veterinary Soc., 1, 55-66

SURMUHIN, A.F. und V.D. CEREMNYH (1970):

Effect of light on the development of the reproductive organs in gilts.

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 39, Nr. 3687

TERASAWA, E., J.S. RODRIGUEZ, W.E. BRIDSON und S.J. WIEGAND (1979):

Factors influencing the positive feed back action of estrogen upon the luteinizing hormone surge in the ovariectomized guinea pig.

Endocrinology 104, 650-686

THORPE, P.A. und J. HERBERT (1974):

Role of the pineal gland in the response of ferrets to artificially restricted photoperiods.

J. Endocrinology 63, 56-57

THIENHOVEN VAN, A. und R.J. PLANCK (1973):

Effect of light on avian reproductive activity.

in: Handbook of Physiology. Section 7: Endocrinology, Volume II.

Female reproductive system, Part 1

Waverly Press Inc., Baltimore, Maryland

TOMES, G.J. und H.E. NIELSEN (1979):

Seasonal variations in the reproductive performance of sows under different climatic conditions.

World Rev. Anim. Prod. 15, 3, 5, 7, 9-19

TUINTE, J.H.G. (1983):

Einfluß der Aufstallungsform für Sauen auf Brunst, Günstzeit und Fruchtbarkeit.

Tierzüchter 35, 32-33

VLCEK, Z. (1978):

(Some observations on the reproductive performance of sows and gilts at large pig farms). (czec.)

Ref. in: Anim. Breed. Abstr. 47, 2441

WETTEMANN, R.P. (1980):

Temperature effect in sow productivity.

J. Anim. Sci. 49, 22 abstr.

WETTEMANN, R.P., M.E. WELLS und R.K. JOHNSON (1980):

Reproductive characteristics of boars during and after exposure to increased ambient temperature.

J. Anim. Sci. 49, 1501-1505

WEELHOUSE, R.K. und R.R. HACKER (1982):

Effect of four different types of fluorescent light on growth, reproductive performance, pineal weight and retinal morphology of Yorkshire gilts.

Can. J. Anim. Sci. 62, 417-424

WRATHALL, A.E. (1982):

Autumn abortion syndrom.

in: 7. Kongr. Int. Tierärztl. Ges., Fachgeb. Schweine, Mexico 1982.

Kongreßber., S. 173

YURKOV, V.M. (1978):

(Immunological status of swine under artificial illumination). (russ.)

Vet. Bull. (Weybridge) 48, 7812

YURKOV, V.M. (1978):

(Light and performance). (russ.)

Ref. In: Anim. Breed. Abstr. 47, 1354

Herrn Prof. Dr. H. Plonait danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und für seine freundliche Unterstützung und Beratung.

Für die statistische Beratung danke ich Herrn Prof. Dr. H. Weiß vom Biometrischen Institut des Fachbereichs Veterinärmedizin. Frau Dr. G. Arndt bin ich für die technische Anleitung bei der Datenübertragung und für die Analyse des umfangreichen Datenmaterials zu besonderem Dank verpflichtet.

Herrn Dr. Herbst und Herrn Dr. Werner, die mir im Rahmen des Bundeshybridzuchtprogrammes (BHZP) die Durchführung der Untersuchungen und Auswertung der Zuchtunterlagen ermöglichten, möchte ich ebenfalls herzlich danken.

✓

LEBENS LAUF

Karl-Heinz Lahrmann

- 12.11.1955 geboren in Memmingen als Sohn des selbständigen Kaufmanns
 Theo Lahrmann und seiner Ehefrau Ilse, geb. Peterka
- 1962 - 1966 Volksschule in Buxach bei Memmingen
- 1966 - 1975 Bernhard Strigel-Gymnasium in Memmingen
 Abschluß Abitur
- 1975 - 1976 Wehrdienst
- 1976 - 1982 Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin
 Abschluß Staatsexamen
- 1982 Approbation
 Assistenztierarzt in der Praxisgemeinschaft Dr. W. Greif -
 Dr. U. Zwick, Memmingen
- 1982 - 1983 Tierarzt bei der Züchtungszentrale Deutsches Hybridschwein
 GmbH, Lüneburg
- seit 1983 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Klinik für Klauentierkrank-
 heiten und Fortpflanzungskunde der Freien Universität Berlin

Papyrus-Druck GmbH Berlin ☎ 3416451
Dissertationen